Hydrogeologische Untersuchungen im Trinkwassergewinnungsgebiet der Landeshauptstadt München im Mangfall- und Schlierachtal

HELMUT DROST

1972

REPROGRAFISCHER BETRIEB
A. FRONZECK
FRANKFURT a. MAIN
DÜSSELDORFER STR. 22

Hydrogeologische Untersuchungen im Trinkwassergewinnungsgebiet der Landeshauptstadt München im Mangfall- und Schlierachtal

---

Dissertation
der Fakultät für Geowissenschaften
der Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von

HELMUT DROST
aus METTMANN

München 1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

1. Berichterstatter: Prof. Dr. F. NEUMAIER

2. Berichterstatter: Prof. Dr. W.D. GRIMM

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Dezember 1972

Inhalt

		Seite
	Vorwort	1
	Problemstellung	2
1.	Abgrenzung des Arbeitsgebietes	4
2.	Geologie des Arbeitsgebietes	4
2.1.	Tertiär	4
2.1.1.	Zur Geologie der Haushamer-Mulde	5
2.1.1.1.	Die Tonmergelschichten	5
2.1.1.2.	Die Bausteinschichten	6
2.1.1.3.	Die Liegend - Flözgruppe	7
2.1.1.4.	Die Philipp - Flözgruppe	8
2.1.1.5.	Die Groß - und Kleinkohlgruppe	8
2.1.1.6.	Das höhere Chatt	9
2.1.1.7.	Tektonik der Haushamer-Mulde	9
2.1.2.	Zur Geologie der Segenhauser-Zone	10
2.1.2.1.	Das tiefere Chatt	11
2.1.2.2.	Das mittlere Chatt	11
2.1.2.3.	Tektonik der Segenhauser-Zone	12
2.1.3.	Zur Geologie der Miesbacher-Mulde	13
2.1.3.1.	Das mittlere Chatt	13
2.1.3.2.	Die Sattelflözgruppe	14
2.1.3.3.	Die Hauptflözgruppe	14
2.1.3.4.	Tektonik der Miesbacher-Mulde	15
2.1.4.	Die Hydrogeologie der oligozänen Molasse	16
2.1.5.	Zur Geologie des Taubenbergs	17
2.2.	Quartär	18
2.2.1.	Pleistozän	18
2.2.1.1.	Alt - Pleistozän	19
2.2.1.2.	Mittel - Pleistozän	20
2.2.1.3.	Jung - Pleistozän außerhalb des Mangfall- und Schlierachtals	21
2.2.1.3.1.	Jung - Pleistozän im Mangfall- und Schlierachtal	23

		Seite
2.2.2.	Holozän	25
2.2.2.1.	Moorbildungen	25
2.2.2.2.	Kalktuffe	26
2.2.2.3.	Talablagerungen	26
2.2.2.4.	Gehängeschutt	26
3.	Hydrogeologie des Untersuchungsgebietes	27
3.1.	Die Grundwasserleiter	27
3.2.	Die hydrologischen Kennwerte des Grundwasserleiters in Wallenburg	28
3.2.1.	Die Kornverteilung der entnommenen Bohrproben und die wichtigsten Werte aus der Kornsummenkurve	30
3.2.2.	Die labormäßig ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte der Bohrproben und weiterer Proben aus dem Arbeitsgebiet	32
3.2.3.	Die Ermittlung des Durchläßigkeitsbeiwertes (K) und der Filtergeschwindigkeit V_f aus Feldversuchen	34
3.2.4.	Gegenüberstellung der nach verschiedenen Methoden ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte	36
3.2.5.	Speicherkoeffizient	38
3.2.6.	Transportvermögen	38
3.2.7.	Hydrologische Folgerungen aus der Wasserbohrung Wallenburg	39
3.3.	Wasserhaushalt	44
3.3.1.	Klimadaten aus dem Arbeitsgebiet	44
3.3.2.	Die Wasserläufe	44
3.3.2.1.	Die Mangfall als Vorfluter	45
3.3.2.1.1.	Die durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen veränderte Wasserführung der Mangfall	50
3.3.2.1.2.	Chemismus des Mangfallwasser's	55
3.3.2.2.	Die Schlierach als Vorfluter	62
3.3.2.2.1.	Chemismus der Schlierach	66
3.3.3.	Grundwasserentnahmen und Grundwasserstandsschwankungen im Schlierach- und südlichen Mangfallgebiet	67

		Seite
3.3.3.1.	Grundwasserentnahmen und Grundwasserstandsschwankungen im Schlierachtal	67
3.3.3.2.	Grundwasserentnahmen und Grundwasserstandsschwankungen im südlichen Mangfallgebiet	71
3.4.	Die hydrogeologische Funktion des Taubenbergs	75
3.5.	Der Thalhamer-Kessel	76
3.5.1.	Geologische Verhältnisse	76
3.5.2.	Hydrogeologische Verhältnisse	78
3.5.3.	Grundwasserchemismus und Grundwasserentnahmen	83
3.5.4.	Der Einfluß der Mangfall auf die Reisacher Fassung	89
3.5.5.	Grundwasserstandsschwankungen im Thalhamer-Kessel	93
3.6.	Radiohydrometrische Untersuchungen im Thalhamer-Kessel	95
3.6.1.	Meßmethoden	95
3.6.1.1.	Die Messung der Filtergeschwindigkeit V_f	96
3.6.1.2.	Die Messung von Vertikalströmungen im Filterrohr mit dem Tracer-Logverfahren	97
3.6.1.3.	Die Ermittlung der Fließrichtung des Grundwassers im Grundwasserleiter	98
3.6.2.	Die Messungen	99
3.6.2.1.	V_f und V_v - Messungen	99
3.6.2.1.1.	Messungen im Südteil des Thalhamer-Kessel's	99
3.6.2.1.2.	Messungen im Mittelteil des Thalhamer-Kessel's	100
3.6.2.1.3.	Messungen im Nordteil des Thalhamer-Kessel's	105
3.6.2.2.	V_r-Messungen	107
3.7.	Deuteriumuntersuchungen im Thalhamer-Kessel	109
3.8.	Die hydrogeologischen Verhältnisse nördlich des Taubenbergs	111
3.8.1.	Der Mühltaler Grundwasserstrom	111
4.	Zusammenfassung	113
5.	Literaturverzeichnis	119

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546016_0084

Vorwort

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Mangfall- und Schlierachtal haben eine besondere Bedeutung, weil die Landeshauptstadt München aus diesem Bereich einen großen Teil ihres Trinkwasserbedarfs bezieht. Aus diesem Grunde stellte mir mein Lehrer, Herr Professor Dr. F. Neumaier, die Aufgabe, das Gebiet geologisch und hydrogeologisch zu bearbeiten.

Für die Einsicht in geologische, hydrogeologische und chemische Unterlagen danke ich Herrn Oberstadtbaudirektor A. Lohr und Frau Oberchemierätin Dr. I. Alexander von den Wasserwerken der Landeshauptstadt München, Herrn Oberregierungsrat Dr. K. Sutter vom Bayerischen Landesamt für Wasserversorgung und Gewässerschutz in München, Herrn Diplomgeologen K. Cramer von der Bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde sowie Herrn Dr. K. Zimny vom Oberbergamt München. Vom Institut für Radiohydrometrie unterstützten mich bei den Laborarbeiten die Herren Diplomingenieur H. Behrens, Diplomphysiker D. Klotz, Diplomgeologe Dr. K.P. Seiler und Diplomphysiker W. Stichler.

Meinen Studienkollegen Dr. R. Apel, Dr. H. Frank und Dr. E. Schirm bin ich für viele Gespräche, die zur Klärung mancher Probleme beitrugen, sehr verbunden.

Schließlich unterstützten mich zahlreiche ungenannte Stellen, denen ich hier herzlich danken möchte.

PROBLEMSTELLUNG

Das Untersuchungsgebiet ist ein geologisch differenzierter Bereich im Alpenvorland, in dem gefaltete und verfestigte, aber auch ungefaltete verfestigte,tertiäre Sedimente von lockeren. quartären Schottern überlagert werden. Im Süden liegt das Tertiär in den zu der gefalteten Molasse gehörenden Einheiten der Haushamer- bzw. Miesbacher Mulde vor, während im Norden die ungefaltete Molasse verbreitet ist.

Die quartären Ablagerungen erstrecken sich über das gesamte Arbeitsgebiet und liegen als Kies-Sande und Moränen sowie als Terrassen im Mangfall- und Schlierachtal vor.

Von besonderem hydrogeologischen Interesse ist das Untersuchungsgebiet durch die Trinkwasserversorgungsanlagen der Landeshauptstadt München im Mangfalltal. Seit Errichtung der Gotzinger Hangquellfassungen im Jahre 1899, die später durch den Bau der Mühltaler Fassungen sowie des Reisacher Freispiegelwerks und der Brunnengalerien in Thalham ergänzt wurden, bezog die Stadt München ihr Trinkwasser ausschließlich aus dem grundwasserreichen Mangfalltal.

Erst seit Anfang 1952 wurde wegen der ständig wachsenden Bevölkerungszahl und der sich ausbreitenden Industrie mit dem Bau von Förderwerken in der Münchener Schotterebene begonnen. Dadurch

konnte die Wassergewinnung aus dem Versorgungsgebiet an der Mangfall auf einer wasserwirtschaftlich vertretbaren Menge gehalten werden. Trotzdem bezieht die Landeshauptstadt München auch heute noch den größten Teil ihres Trinkwasserbedarfs aus dem Mangfallgebiet.

Die Festlegung der Herkunftsgebiete des hier gefaßten Grundwassers, die verschiedene Ausbildung des Grundwasserleiters in seinem Horizontal- und Vertikalprofil in seiner Auswirkung auf die Ergiebigkeit des Grundwassers sowie der Einfluß der Vorfluter auf das Grundwasserdargebot und auf seine Güte sind die wesentlichen Probleme, die in dieser Arbeit zu lösen versucht werden.

Außerdem sollten nach einer hydrogeologischen Betrachtung des gesamten Untersuchungsgebietes, speziell im Thalhamer Kessel, aus dem die Wasserwerke München durchschnittlich 3200 l/sec fördern, zusätzlich mit radioaktiven Isotopen in möglichst vielen Punkten des Horizontal- und Vertikalprofils Maß und Zahl für die Grundwasserergiebigkeit bestimmt werden.

Es kam der Arbeit zugute, daß wie in kaum einer anderen Grundwasserprovinz des Alpenvorlandes in den Archiven der Wasserwerke der Landeshauptstadt München eine Fülle von Beobachtungen aus Bohrungen und Kontrollpegeln vorlagen, die zu den eigenen Geländebeobachtungen tragen. Hinzu kommen die Ergebnisse von Wasseranalysen, die die Abhängigkeit der Wasserchemie vom Grundwasserleiter, von den Vorflutern und vom Gang des hydrologischen Jahres zum Ausdruck brachten.

10
84
10
Grub
Altenburg
Hohendilching
Mangfall
Feldolling
Valley
Autobahn
Maxelmühle
Mühltal
Weiglmühle
Darching
Bruckmühle
Weyarner Steg
Weyarn
Stürzlham
Heidebachquellen
Neukirchen
Unter
thalham
Thalham
Warngau
Taubenberg
Taubenberg
Gotzing
Pienzenau
98
Reisach
98
Mangfall
Neumühl
Wallenburg
Weidenau
Bernloh
Lichtenau
Kläranlage
Miesbach
94
Wall
Wach-
lehen
Schweinthal
94
Müller am Baum
Haidmühl
Schmerold
Thalmühl
Brunnengruppe Haidmühl
Festenbach
Grub
Poschmühl
Baum
Schmerold-
Graben
Agatharied
Festenbach
Auerbach
Schlierach
Kläranlage
Rainmühle
Dürnbach
Fernbach
Gmund
Schwärzenbach
Antenloh
Hausham
Tegern-
see
Rettenbeck
Schliersee
Abb. 1 Das Arbeitsgebiet
0 1 2 3 km
84

1. Die Abgrenzung des Arbeitsgebietes.

Das Arbeitsgebiet umfaßt die Gradabteilungsblätter 8036 (Otterfing), 8236 (Tegernsee) und 8136 (Holzkirchen). Die Südgrenze des Untersuchungsgebietes wird durch die Nordufer des Tegernsees und des Schliersees gebildet, während der Teufelsgraben zwischen Fellach und Grub die nördliche Begrenzung darstellt. Im Osten folgt die Abgrenzung des Gebietes etwa dem Verlauf des Schlierachtals; sie wird durch die Orte Schliersee, Hausham, Miesbach und Thalham markiert. Nördlich Thalham sodann sind es die jungen Inntalmoränen, die dicht an die Mangfall heranreichen und hier die Ostgrenze des Gebietes bilden. Die Westgrenze des Arbeitsgebietes zieht sich vom Tegernsee aus über den westlichen Ausläufer des Taubenberges nach Norden bis zum Teufelsgraben bei Fellach.

Aus dem geographischen Überblick ist ersichtlich, daß das bearbeitete Gebiet sich mehr in der Nord - Süd Richtung als in der Ost-West Richtung erstreckt. Die West - Osterstreckung des Gebietes ist im Vergleich zur Nord - Süderstreckung wesentlich geringer; sie hat im Bereich des Taubenberges ihre geringste Breite. (s. Abb. 1).

2. Geologie des Arbeitsgebietes

2.1. Tertiär

Das Tertiär ist im südlichen Arbeitsgebiet von Süd nach Nord gesehen in der Haushamer Mulde, in der Segenhauser Zone und in der

Talboden
Moorbildungen
Kalktuff u. Nagelfluh
Jungpleistozän als Wallmoräne
Jungpleistozän
Mittelpleistozän
Altpleistozän
Miozän
Oligozän
Kalkalpin

N

0 1 2 3 4 km

Geologische Übersichtskarte (vereinfacht nach der "Geologischen Karte von Bayern 1:500 000", Bayer. Geolog.Landesamt, 1964).

Abb.2

Miesbacher Mulde aufgeschlossen und erbohrt worden.

2.1.1. Zur Geologie der Haushamer Mulde.

Der Westteil der Haushamer Mulde verläuft im Süden des Arbeitsgebietes mit einer Ausdehnung von rund 5 km von der Mangfall im Westen zur Schlierach im Osten. Ihre größte nordsüdliche Erstrekkung erreicht die Mulde mit ca. 2 km zwischen Rettenbeck und Grub.

Aufgebaut wird die Haushamer Mulde, die durch den Bergbau erschlossen und erforscht wurde, von Sedimenten des Rupel und des Chatt.

Aufbauend auf Untersuchungen von Stephan (1966) sei die Geologie der Haushamer Mulde soweit skizziert, wie dies für unsere hydrogeologischen Probleme von Wichtigkeit ist.

2.1.1.1. Die Tonmergelschichten.

Die Tonmergelschichten, die in das Rupel gestellt werden (Hölzl 1961), sind das älteste Schichtglied, das am Aufbau der Haushamer Mulde beteiligt ist. Es besteht aus grauen, feinsandigen, teilweise gebänderten Tonmergeln. Im angewitterten Zustand überzieht die Tonmergel ein engmaschiges Netz von Schrumpfungsrissen. Diese für die Tonmergel typische Fazies ist im Arbeitsgebiet vor allem im Aufschluß des Schmerold-Grabens (R 83 30; H 92 50),wo sie

etwa 200 m mächtig anstehen, gut zu erkennen. Die gesamte Mächtigkeit der Tonmergel, die bislang nur von einer Tiefbohrung am Ostende der Haushamer Mulde ganz durchteuft wurden, wird von Paulus (1963) mit 1800 m angegeben.

2.1.1.2. Die Bausteinschichten.

Die marinen Bausteinschichten des unteren Chatt sind das Hangende der Tonmergelschichten. Im Schmeroldgraben baut sich die 83 m mächtige aufgeschlossene Schichtfolge aus einer Wechsellagerung von Sandsteinen und Mergeln auf, in die unregelmäßig Konglomerate eingeschaltet sind.

Hering (1966) gibt folgende Anteile für die einzelnen Komponenten an:

Sandsteine ca.	75 %
Konglomerate ca.	4 %
Mergel ca.	1 %
für nicht aufgeschlossene Strecken	20 %

Die Sandsteine, die im frischen Zustand grau, im angewitterten Zustand gelbbraun ausgebildet sind, haben einen Karbonatgehalt von 50 - 70 %. Der Karbonatgehalt geht in erster Linie auf detritischen Dolomit zurück, während Calzit nur in geringen Mengen auftritt. Der detritische Dolomit besteht aus feinen bis mittelkörnigen Gesteinsbruchstücken und liegt in feinkristallinen, dunkelgrauen Körnern vor. Die eingeschalteten

Konglomeratbänke werden bis zu 3 m mächtig; es sind gut gerundete, aber schlecht sortierte Gerölle, die meist durch Calzit mit einem sandigen Zwischenmittel verkittet sind. Der Geröllbestand ist durch einen hohen Karbonatanteil, der nach Hering (1966) bis zu 64 % beträgt, gekennzeichnet; nicht karbonatische Anteile wie Quarzite, Ganzquarze und Amphibolite treten in bedeutend geringerem Maße auf.

Hydrogeologisch sind die Sandsteine und Konglomerate der Bausteinschichten von Interesse, da in ihnen, wie z.B. am Dürnbach, (R 77 86; H 89 81) vereinzelte, kleine Grundwasservorkommen auftreten, die genutzt werden.

2.1.1.3. Die Liegend - Flözgruppe.

Im Hangenden der Bausteinschichten steht die von Hölzl (1962) ausgeschiedene Liegend-Flözgruppe an.

Ihre Gesteine setzen sich aus Mergeln, Kalkmergeln und Kalksandsteinen zusammen und sind überwiegend grün-grau gefärbt. Häufig treten vor allem im unteren Teil des Schichtgliedes Flöze und Flözschmitzen auf, die oft in kurzen Abständen aufeinander folgen und Mächtigkeiten bis zu 10 cm erreichen.

In die Liegend - Flözgruppen schalten sich stellenweise mehrere Meter mächtige, karbonatreiche Konglomeratbänke mit Geröllen bis zu 3 cm Durchmesser ein.

Die Gesamtmächtigkeit der Liegend-Flözgruppe zwischen den Bausteinschichten und der Basis des hangenden Schichtpaketes beträgt im Untersuchungsgebiet etwa 170 m.

2.1.1.4. Die Philipp - Flözgruppe.

Das Hangende der Liegend - Flözgruppe ist die Philipp-Flözgruppe. Die etwa 140 m mächtige Folge zeigt eine ähnliche Gesteinsausbildung wie das liegende Schichtglied. Auch hier überwiegen grünlich-graue Mergel, Kalkmergel und Kalksandsteine.

Auffallend im Vergleich zum Liegenden ist allerdings das Fehlen der Konglomeratbänke. In ihrem basalen Anteil enthält die Philipps-Flözgruppe die für den Bergbau interessanten Flöze Philipp I und Philipp II, deren Abbauwürdigkeiten unterschiedlich sind.

2.1.1.5. Die Groß- und Kleinkohlgruppe.

Als stratigraphisch nächsthöheres Schichtglied der Haushamer Mulde folgt die Groß- und Kleinkohlgruppe.

Die Groß-Kohlgruppe ist im westlichen Teil der Haushamer Mulde abbauwürdig und erreicht eine Gesamt-Flözmächtigkeit von ca. 140 m. Grünliche, stark sandige Mergel über grauem Sandstein stehen im Liegenden des Flözes an, während im Hangenden dunkel gefleckte, fossilreiche Kalkmergel vorherrschend sind.

Die Kleinkohlgruppe, die im östlichen Teil der Haushamer Mulde abbauwürdig ist, wird im Liegenden und Hangenden des Flözbereiches von grüngrauen Kalkmergeln aufgebaut.

2.1.1.6. Das höhere Chatt.

Das höhere Chatt bildet die stratigraphisch jüngste Serie der Haushamer Mulde; es ist etwa 570 m mächtig. Die Sedimente des höheren Chatt zeigen in erster Linie die Fazies der bunten Molasse. Rote bzw. gelblich gefleckte Mergel, in die stellenweise graue, feinkörnige Sandsteinbänke eingelagert sind, kennzeichnen ihre Ausbildung. Häufig schalten sich außerdem kristallinreiche Konglomerate ein, die von Boden (1925) näher beschrieben wurden.
Boden (1925) kam bei seinen Untersuchungen im Kern der Haushamer Mulde zu folgenden Geröllanteilen:

75 % Dolomite
15 % Gneise
10 % Quarzite.

2.1.1.7. Tektonik der Haushamer Mulde.

Die Haushamer Mulde, die von Hesse (1966) als die östliche Fortsetzung der Mariensteiner Mulde bezeichnet wird, zeigt einen ruhigen, regelmäßigen Aufbau (Abb. 3),und der Muldenbau kommt morphologisch klar zum Ausdruck. Eine größere, diagonal zur

Querprofil der Haushamer Mulde

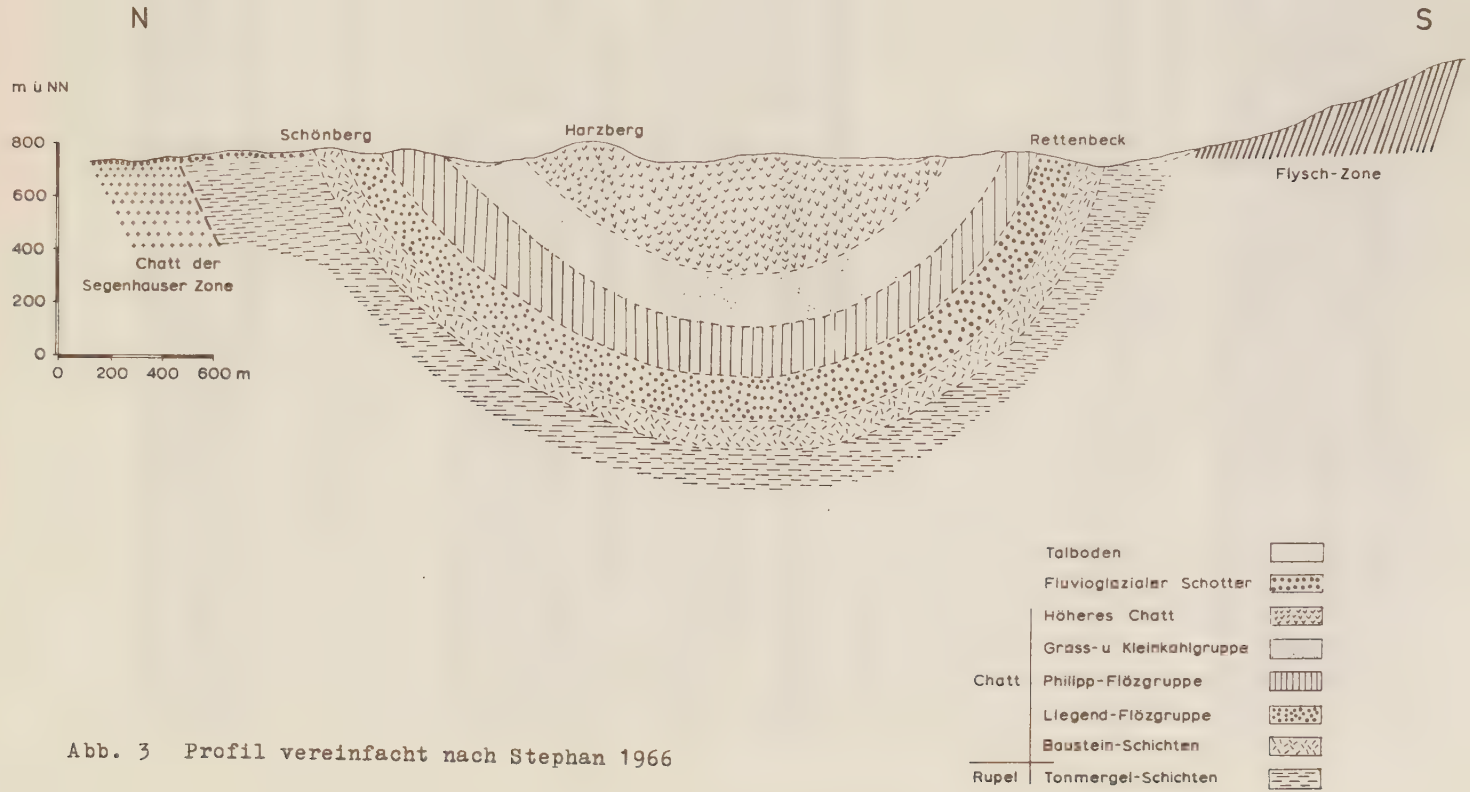


Abb. 3 Profil vereinfacht nach Stephan 1966

Muldenachse verlaufende Störung, die etwa SW - NE streicht,und der das Mangfalltal folgt, bildet die Grenze zur westlich gelegenen Mariensteiner Mulde. Die Verwerfung trennt die Westscholle als Tiefscholle von der Ostscholle. Längsprofile lassen auf eine Sprunghöhe von etwa 400 - 500 m zwischen beiden Mulden schließen.

Die südliche Begrenzung der Haushamer Mulde bilden das Helvetikum und der Flysch, die hier weit nach Norden reichen. Genaue Angaben über den Verlauf der Südgrenze lassen sich nicht machen, da die hierzu nötigen Aufschlüsse fehlen.

Die Segenhauser Zone (s.S. 10 u. 11), ein etwa 1000 m breiter Streifen, bildet die Abgrenzung nach Norden hin und trennt die Haushamer- von der Miesbacher Mulde.

Der Nordflügel ist durch ein ziemlich gleichbleibendes Einfallen von 45 - 50 Grad nach Süden gekennzeichnet, während der Südflügel steiler steht. Er fällt zunächst mit 60 - 70 Grad nach Norden ein und erreicht zur äußeren Flanke hin stellenweise eine saigere bis überkippte Lagerung. Die Achse der Haushamer Mulde fällt mit 2 - 5 Grad nach Osten ein, während die Muldenachsenebene mit ca. 85 Grad nach Süden eintaucht.

2.1.2. Zur Geologie der Segenhauser Zone.

Die Segenhauser Zone ist ein schmaler, langgestreckter ost-west-streichender Tertiärstreifen zwischen Haushamer Mulde im

Süden und Miesbacher Mulde im Norden. Im Gegensatz zur Haushamer Mulde wird sie jedoch nur von chattischen Sedimenten aufgebaut, während das Rupel fehlt. Eine genauere stratigraphische Gliederung ist aufgrund mangelnder Aufschlüsse nicht möglich. Stephan (1966) hat lediglich zwischen tieferem und mittlerem Chatt unterschieden.

2.1.2.1. Das tiefere Chatt.

Graue, schwach bräunliche Sandsteine, die stellenweise eine limnische Fauna enthalten, sind kennzeichnend für die lithologische Ausbildung des tieferen Chatt. Wechsellagernd mit dem Sandstein treten schiefrige, graue Mergel auf, die grünlich verwittern. In diese Folge von Sandsteinen und Mergeln sind lokal bis zu 0,20 m mächtige Linsen von Flözen bzw. Kohleletten eingelagert.

2.1.2.2. Das mittlere Chatt.

Gelbliche, braune und rotgefleckte Mergel, die typisch für die Fazies der bunten Molasse sind, bauen in erster Linie das mittlere Chatt auf. Häufig schalten sich brackische bzw. limnische Lagen ein ,und stellenweise sind Ausbisse von Flözen zu beobachten.

2.1.2.3. Tektonik der Segenhauser Zone.

Die Segenhauser Zone ist ein etwa 1000 m breiter Tertiärstreifen; er trennt die Haushamer Mulde im Süden von der Miesbacher Mulde im Norden (s.S. 10).

Da keine natürlichen Aufschlüsse an der Südgrenze der Segenhauser Zone vorhanden sind, wurden von Hesse (1966) am rechten Mangfallhang östlich Müller am Baum einige Schürfe angelegt, die zur Klärung der Lagerungsverhältnisse beitrugen. Hesse gibt für diesen Bereich ein Generalstreichen von ca. 100 Grad und ein Einfallen von 65 bis 70 Grad nach Süden an. Aufgrund der Lage von Muschelschalen ist er der Meinung, daß die Südgrenze der Segenhauser Zone hier eine überkippte Lagerung aufweist.

Nördlich Müller am Baum wurde der Nordrand der Segenhauser Zone von der Aufschlußbohrung FB 49 (R 8378; H 9353) erschlossen. Die Schichten fallen hier mit 70 Grad steil nach Süden ein.

Da der Nordrand der Segenhauer Zone im Untersuchungsgebiet nicht aufgeschlossen ist,und aufgrund der komplizierten Lagerungsverhältnisse an ihrem Südrand sind ältere Autoren der Ansicht, daß die Segenhauser Zone einen Teil des Südflügels der Miesbacher Mulde darstellt. Diese Auffassung wurde in erster Linie von Gümbel (1861) vertreten, der in einem zusammenhängenden Profil durch die Haushamer- und Miesbacher Mulde die Segenhauser Zone

als Südflügel der letzteren darstellt. Anderer Ansicht ist H. Müller (1953), der die Schichtfolge als eine selbständige, tektonische Einheit auffaßt, die der Miesbacher Mulde unterschoben ist. Hesse (1966) lehnt diese Auffassungen ab und deutet die Segenhauser Zone als eine örtliche Ausspitzung der im Westen gelegenen Reichersbeurer Mulde, die aus einem etwa 400 m breiten Nordflügel und einem überkippten Südflügel besteht.

2.1.3. Zur Geologie der Miesbacher Mulde.

Die chattischen Sedimente der Miesbacher Mulde sind im Arbeitsgebiet meistens von quartären Ablagerungen überdeckt. Lediglich am rechten Mangfallhang (R 84 6; H 95 7) und im Schlierachtal bei der neuerbauten Kläranlage (R 86 5; H 94 8) sind sie in größerer Verbreitung aufgeschlossen. In erster Linie beruhen jedoch die Kenntnisse über die Stratigraphie und den Bau der Miesbacher Mulde auf den Ergebnissen von Pechkohlebohrungen und alten Bergwerksaufschlüssen.

2.1.3.1. Das mittlere Chatt.

Die stratigraphisch tiefste Schichtfolge im Muldenbereich bildet das ca. 150 m mächtige mittlere Chatt. Es besteht in erster Linie aus grünlichen Mergeln und Sandsteinen, in die sich brackische Sedimente und bis zu einem Meter mächtige Flözhorizonte einschalten. Kalkige Mergel sowie Kalksandsteine treten stark zurück und auffallenderweise ist die bunte Molasse, die im

mittleren Chatt der Segenhauser Zone häufig angetroffen wurde, in der Miesbacher Mulde nicht vertreten.

2.1.3.2. Die Sattelflözgruppe.

Das Hangende des mittleren Chatt bildet die etwa 150 m mächtige Folge der Sattelflözgruppe, die in der Literatur auch häufig als Josef - Flöz bezeichnet wird. Lithologisch ist die Sattelflözgruppe ähnlich ausgebildet wie das mittlere Chatt. Im Arbeitsgebiet aufgeschlossen sind die Schichten lediglich in einem geringmächtigen Flözhorizont an der Mangfall bei (R 84 27; H 94 29).

2.1.3.3. Die Hauptflözgruppe.

Die Hauptflözgruppe, die bis zu 325 m mächtig wird, ist die stratigraphisch nächst höhere Einheit. Die Flöze, in den von Mergeln und Sandsteinen aufgebauten Schichten, schwanken stark in ihren Mächtigkeiten,und häufig sind deshalb einzelne Flöze nicht abgebaut worden. Wirtschaftlich genutzt wurde im ehemaligen Bergwerk Miesbach hauptsächlich Flöz Bayern (Weithofer 1920), das in der Literatur auch als Plutzer - Flöz bezeichnet wird. Gute Aufschlüsse der Hauptflözgruppe befinden sich im Schlierachtal bei der neuen Kläranlage, sowie im Schopf-Graben (R 86 3; H 94 7) und im Birkner-Bach-Tal, westlich Miesbach.

Unmittelbar im Hangenden der Serie im Nordflügel folgt ein etwa 8 bis 9 m mächtiger Quarzsandsteinhorizont, während der Muldenkern von einer etwa 100 m mächtigen Sandmergel-Fazies gebildet wird, die von Stephan (1966) als hangendes Chatt bezeichnet wird. Charakteristisch für das hangende Chatt mit der Sandmergel-Fazies, sind vereinzelte,geringmächtige Flözhorizonte.

2.1.3.4. Tektonik der Miesbacher Mulde.

Im Vergleich zur Haushamer Mulde ist die Miesbacher Mulde weniger regelmäßig gebaut,und aufgrund der quartären Überdeckung kommt der Muldenbau morphologisch nicht zum Ausdruck. Sie hat ihren Muldentiefstpunkt zwischen Mangfall und Schlierach bei Baumstingel (R 86 35; H 95 47). Bei ziemlich gleichbleibenden Ost-West Streichen steigt die Muldenachse von hier aus nach Westen und nach Osten an (Stephan 1966). Nach Osten hin steigt sie bis zur Leitzach hin stetig an, und östlich der Leitzach schließt sich bei flacherem Achseneinfallen die Auer-Mulde an.

Im Nordflügel der Mulde treten vereinzelte Spezialstrukturen auf, bei denen es sich vornehmlich um Flexuren bzw. s-förmige Abknickungen der nördlichen Flanke handelt.

Durch den Bergbau des Miesbacher Reviers wurde eine kleine Spezialmulde, die sogenannte Plutzer-Mulde bekannt, die dem Südflügel der Miesbacher Mulde vorgelagert ist und deren Muldenachsenebene nach Süden einfällt.

Ähnlich wie bei der Haushamer Mulde, jedoch in größerer Anzahl treten auch in der Miesbacher Mulde diagonal zur Muldenachse verlaufende Störungen auf, welche den westlichen Teil der Mulde an der Mangfall staffelförmig versetzen.

2.1.4. Die Hydrogeologie der oligozänen Molasse

Die lithologische Ausbildung der einzelnen Schichtglieder der oligozänen Molasse macht deutlich, daß die Gesteine kaum Grundwasser führen. Die Mergel und feinkörnigen Sandsteine sind in der Regel wasserundurchlässig,und Oberflächenwasser fließt zum größten Teil schnell ab; das Gelände ist vielfach zertalt, und in flachem Gelände kommt es in aufgeschlossenen Molassegebieten häufig zu Vernässungen und anmoorigen Flächen.

Von den einzelnen Schichtkomplexen sind es lediglich die Bausteinschichten, in denen vereinzelte, lokal begrenzte Grundwasservorkommen auftreten, die teilweise genutzt werden. Wie gering die Grundwasserführung im Bereich der Haushamer- und Miesbacher Mulde ist, das zeigt der Kohlebergbau in diesen beiden tektonischen Einheiten: nur an Klüften und Störungen wurden geringe Kluftwassermengen angeschnitten, die sich aber meist sehr rasch erschöpften.

Mit den Talzügen von Mangfall und Schlierach stellt die gefaltete, oligozäne Molasse nichts anderes als die Abflußrinnen der Niederschläge im Einzugsgebiet der beiden Flüsse dar.

2.1.5. Zur Geologie des Taubenberges.

Der Taubenberg, der im Osten vom Mangfalltal begrenzt wird, und an dessen westlichem Ausläufer die Dörfer Oster- und Oberwarngau liegen, erreicht eine Höhe von 824 m über N.N. Seine südliche Begrenzung bildet das ost-west verlaufende Steinbachtal, und im Norden reicht er beinahe bis an den Ortsrand von Oberdarching. Durch den Farnbach, der nördlich vom Bahnhof Thalham im Mangfalltal ausläuft, wird der Taubenberg in einen nördlichen Höhenrücken, den Fendberg und einen südlichen, den eigentlichen Taubenberg, geteilt.

Aufgebaut wird der Höhenzug von miozänen, gelb-grünen Mergeln und Sandsteinen sowie von Konglomeraten, deren Geröllkomponenten vorwiegend aus Flyschgesteinen bestehen. Die Konglomerate weisen nur einen geringen Verfestigungsgrad auf, und die einzelnen Gerölle erreichen stellenweise einen Längsdurchmesser von 20 cm.

Die Aufschlußverhältnisse am Taubenberg sind nicht gut, da der Taubenberg meist von einem bis zu mehreren Metern mächtigem Verwitterungsboden bedeckt ist. Die Mergel und Sandsteine sind nur an wenigen Lokalitäten in Wegeinschnitten und Gräben aufgeschlossen, und häufig erkennt man ihr Anstehendes unter dem Verwitterungsboden lediglich an Gehängeverflachungen oder an Moosrasen und Naßstellen. Die härteren Konglomerate bauen dagegen in erster Linie die steileren Formen auf.

Ältere Arbeiten glauben, daß aus dem Taubenberg ein wesentlicher Grundwasserzuschuß für die Trinkwasserversorgungsanlagen der Stadt München im Thalhamer Kessel kommt. Wenn man aber bedenkt, daß am Taubenberg die Mergel und Sandsteine wasserundurchlässig sind, und die Folge der Konglomerate keine sehr ergiebige Grundwasserführung haben, so ist verständlich, daß vom Taubenberggebiet dem Thalhamer Kessel nur ein geringer Grundwasserzuschuß beigesteuert wird.

2.2. Quartär

2.2.1. Pleistozän

Pleistozäne Ablagerungen sind im Untersuchungsgebiet weit verbreitet,und sie treten in großer flächenhafter Ausdehnung auf. In erster Linie sind es Moränen und fluvioglaziale Kies-Sande der Riß- und Würmeiszeit, die das Landschaftsbild prägen. Da jedoch auch ältere diluviale Vorkommen im Arbeitsgebiet auftreten, die im Gelände nur schlecht von jüngeren Einheiten zu trennen und deshalb nur schwer einzuordnen sind, wurde auf eine genaue stratigraphische Gliederung des Pleistozäns verzichtet und nach Brunnacker (1965) lediglich zwischen Alt - Mittel- und Jung-Pleistozän unterschieden.

2.2.1.1. Alt - Pleistozän

Neben einigen kleineren Vorkommen in der Haushamer Mulde treten alt-pleistozäne Ablagerungen zwischen Mangfall und Schlierach im Gebiet südlich Lichtenau (R 86 O; H 94 2) sowie südlich und nordwestlich des Taubenbergs auf. Als Kriterium für die Einstufung ins Altpleistozän gelten neben morphologischen Gesichtspunkten die petrographische Zusammensetzung der Sedimente sowie der Verwitterungsgrad.

Typisch für die Morphologie des Altpleistozäns im Arbeitsgebiet sind die flachkuppigen Formen der Moränen. Ihre Oberflächenformen sind nicht mehr so lebhaft und steil entwickelt wie bei Vorkommen der jüngeren Eiszeiten.

Die petrographische Zusammensetzung der meist bindig entwickelten Moränen wird in erster Linie von kalkalpinem Material bestimmt. Weitere regelmäßig auftretende Komponenten sind Gerölle des Flyschs, des Helvetikums und der Molasse, während kristalline Anteile nur vereinzelt vorkommen.

Der für Altmoränen typische hohe Verwitterungsgrad konnte in einigen Aufschlüssen im Gebiet zwischen Mangfall und Schlierach beobachtet werden. Stellenweise erreichen hier die lehmig ausgebildeten Verwitterungsdecken über den Moränen Mächtigkeiten von einem bis zwei Metern. Stephan (1966) nahm u.a. im Gebiet von Lichtenau während des Baus von Rohrleitungen folgendes Profil auf:

O - 0,30 m Humusdecke, brauner Lehm
- 0,60 m Lehm gelblich - braun
- 0,80 m Lehm grau - braun
- 1,40 m Fließerdelehm,grau mit groben Geröllen
- 1,50 m Kalkausscheidungen
- 2,00 m gelbliche,sandig-mergelige Lagen
- 2,30 m Moräne grau

2.2.1.2. Mittel - Pleistozän

Als Mittel - Pleistozän wurden im Untersuchungsgebiet Ablagerungen der Rißvereisung ausgeschieden. Auch sie unterscheiden sich von jung - pleistozänen Einheiten durch eine stärkere Abtragung und Verlehmung ihrer Moränenkuppen. Die mittel - pleistozänen Schotterfelder liegen meist höher als die des Jungpleistozäns und erscheinen im Gelände als Hochterrassen.

Häufig kann eine Verfestigung der Schotter zu Nagelfluh beobachtet werden, wobei die Nagelfluhbildung meist nur in den unteren Lagen in linsiger Ausbildung auftritt und weder vertikal noch horizontal durchgehend zu verfolgen ist.

Die Gerölle der Rißablagerungen entsprechen im allgemeinen denen des Altpleistozäns. Auch hier sind es in erster Linie Komponenten des Kalkalpins, des Flyschs und der Molasse, während der Gehalt an zentralalpinen Gesteinen gering ist.

Große Verbreitung im Arbeitsgebiet erreicht das Mittelpleistozän südlich des Taubenbergs, wo es in einer ost - westlichen Ausdehnung von zwei bis drei Kilometern das Gelände aufbaut, während seine nord-süd Erstreckung vom Taubenberg bis zur Ortschaft Festenbach ca. 5 km beträgt.

Am rechten Mangfallufer wurden aufgrund ihrer Höhenlage einige Vorkommen nördlich der Papierfabrik Müller am Baum als Rißablagerungen angesprochen, denen niveaumäßig einzelne Serien östlich der Schlierach nördlich Miesbach entsprechen.

Weitere mittelpleistozäne Vorkommen treten westlich und vor allen Dingen nördlich des Taubenbergs auf, wo sie bis an die Nordgrenze des Arbeitsgebietes reichen.

2.2.1.3. Jung-Pleistozän außerhalb des Mangfall- und des Schlierachtal's.

In der Würmvereisung erreichten im Süden die Talgletscher des Tegernsees und des Schliersees das Untersuchungsgebiet, während von Westen der Isargletscher und von Osten der Inngletscher bis zur Linie Miesbach - Grub vordrangen.

Die Endmoränenbögen der beiden Talgletscher prägen das heutige Landschaftsbild an den Nordufern der beiden Seen, wobei die nahezu vollständige Erhaltung der Tegernsee - Endmoräne besonders auffallend ist.

Die nördlichen Endmoränen des benachbarten Schlierseegletschers sind morphologisch ebenfalls deutlich ausgeprägt, obwohl ihre Erhaltung nicht so vollständig, wie im Tegernseegebiet ist. Die Geschiebefracht der beiden Talgletscher setzt sich naturgemäß in erster Linie aus kalkalpinen Geröllanteilen, aus Molasse- und Flyschkomponenten zusammen.

Der Isargletscher, der sich im Alpenvorland zwischen dem Lech und der Mangfall ausbreitete, wurde aufgrund der verschiedenen Herkunftsgebiete der einzelnen Eisströme, in verschiedene Loben geteilt.

In das Untersuchungsgebiet drangen stellenweise von Südwesten die Eisströme des Tölzer Lobus, der dem Isartal folgte und nach Nordosten fast bis zum Taubenberg vorstieß. Im Gelände wird deutlich, daß der Tölzer Lobus drei Vorrückungsphasen aufweist, wobei die einzelnen Endmoränenzüge morphologisch stark ausgeprägt sind. Der äußere Moränenbogen des Gletschers reicht bei Oster- bzw. Oberwarngau bis an den Taubenberg heran und ist nach Süden hin bis ca. einen Kilometer nord-westlich Festenbach zu verfolgen, wo er unmittelbar mit Rißmoränen zusammentrifft. Offensichtlich wurde er hier während des Vordringens nach Nordosten von der älteren Moräne gestoppt.

Die Zusammensetzung der meist bindig ausgebildeten Moränen des Isargletschers, die viele gekritzte Geschiebe enthalten, wird von Kallenbach (1964) wie folgt angegeben:

53 % Kalkstein, 45 % Dolomit, 2 % Sandstein, 1 % Kristallin

Östlich der Mangfall und der Schlierach, von Miesbach im Süden bis zum Mangfallknie bei Grub im Norden, wird das Landschaftsbild in erster Linie von Jungmoränen des Inntalgletschers beherrscht. Es ist der äußere Endmoränenzug des Gletschers, der hier zum Stillstand kam,und der von Troll (1924) in die Kirchseeoner Phase gestellt wird.

Die einzelnen Moränenwälle sind in mehrere parallel,laufende Höhenzüge gegliedert, die steile Formen aufweisen und durch einen geringen Verfestigungsgrad gekennzeichnet sind. Im Süden treten sie östlich Miesbach bei Parsberg in Erscheinung, wo sie bis auf 824 m über N.N. ansteigen. In einzelnen,teilweise gekrümmten Wällen verlaufen sie östlich der Landstraße Miesbach - Weyarn nach Norden bis Großpienzenau, wo ihnen ein zugehöriges breites Schotterfeld vorgelagert ist. Nördlich von Pienzenau erstrecken sich die Moränen von Thalham, die hier in einer Kiesgrube aufgeschlossen sind, am rechten Mangfallufer bis Grub hinauf und bauen das Gelände zwischen Mangfall und Leitzach auf.

Die Geschiebe der Innmoräne entsprechen petrographisch in etwa denen des Isargletschers, wobei jedoch bemerkenswert ist, daß der kristalline Anteil größer ist.

2.2.1.3.1. Jung-Pleistozän im Mangfall- und Schlierachtal.

Die Schotter des Mangfalltales liegen in mehreren Terrassen vor,und so schied Levy (1913) in einer morphologischen Studie neben

einer Hochterrasse eine Niederterrasse aus. Schließlich gliederte er die Niederterrasse nochmals in ein mittleres und oberes Teilfeld.

Während die untere Niederterrasse in erster Linie am linken Mangfallufer zwischen Thalmühl und Müller am Baum durchgehend ausgebildet ist und am rechten Ufer nur in einigen Spornen auftritt, ist die mittlere Niederterrasse weit verbreitet. Sie läßt sich am linken Mangfallufer von Gmund bis unterhalb des Zusammenflusses von Mangfall und Schlierach beinahe durchgehend verfolgen und baut am rechten Ufer das Gelände nördlich und südlich vom Schmeroldgraben sowie die Höhen bei Neumühle (R84 5; H 96 3) mit auf. Das obere Niederterrassenfeld ist dagegen am linken Mangfallufer nur in geringem Maße nördlich von Wall (R 82 6; H 94 2) ausgebildet,und am rechten Mangfallhang tritt es lediglich in einer langgestreckten nord-süd verlaufenden Leiste bei Neumühle auf. Die Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Niederterrassenflächen betragen durchschnittlich 10 - 15 m, wobei die Höhenunterschiede jedoch häufig durch kleine Zwischenterrassen im Gelände nicht klar zum Ausdruck kommen.

Im Gegensatz zum Mangfalltal, kam es im Schlierachtal nicht zu einer morphologisch ausgeprägten mehrfachen Terrassenbildung. Die Hänge an beiden Flußseiten werden fast ausschließlich von der oberen Niederterrasse gebildet, während Ablagerungen der unteren Terrasse völlig fehlen.

2.2.2. Holozän

2.2.2.1. Moorbildungen

Moorbildungen treten im Arbeitsgebiet im Bereich der Inntalmoränen östlich von Pienzenau, im Auer-Bachtal westlich von Agatharied und ungefähr zwei Kilometer westlich von Miesbach bei Lichtenau auf.

Die Moore bei Pienzenau wurden nach dem Abschmelzen des Eises durch Verlandung einzelner zwischen den Moränenwällen liegenden Seen gebildet. Sie erreichen keine großen Mächtigkeiten und sind deshalb auch nur selten wirtschaftlich genutzt worden.

Das Moorvorkommen beiderseits des Auer - Bachs, das von Vidal (1966) beschrieben wurde, entstand durch häufige Überschwemmungen des Bachs bei stärkeren Niederschlag und durch Ablaufen des Oberflächenwassers von den seitlichen Hängen. Es zeigt keinen regelmäßigen Aufbau,und häufig schalten sich mineralisch durchsetzte Halbtorfe zwischen reinere Torfschichten.

Das Moorgebiet von Lichtenau, das auch von Vidal (1966) untersucht wurde, liegt in einer Mulde, die von mittel- bzw. altpleistozänen Ablagerungen umgeben wird. Es erreicht eine Ausdehnung von ca. 4 ha bei einer maximalen Mächtigkeit von 2,8 m und ist zum Teil bereits stark ausgetorft.

2.2.2.2. Kalktuffe

Beim Quellaustritt von karbonatreichem Grundwasser kommt es häufig zu Quellkalkbildungen, die fast aus reinem Kalziumkarbonat bestehen. Neben einigen kleineren Vorkommen im Schmeroldgraben sind hier insbesondere die Kalktuffe im Mangfalltal zwischen Mühltal und Maxelmühle zu erwähnen, die bis zu 20 m mächtig sind.

2.2.2.3. Talablagerungen

Zu den jüngsten Talablagerungen gehören die Sand - Lehm - und Auemergelbildungen, die nur eine geringe Mächtigkeit aufweisen und insbesondere an den Prallhängen einzelner Bäche häufig gut aufgeschlossen sind. Auch die Schuttkegel der Bäche, die teilweise, wie z.B. beim Farnbach weite Flächen bilden, müssen zu den jüngsten Ablagerungen der Täler gezählt werden.

2.2.2.4. Gehängeschutt.

Gehängeschutt aus Nagelfluh ist in erster Linie im Schlierachtal bei Hausham zu beobachten, wo die Nagelfluh als Hangendes der oligozänen Tonmergel in großen Blöcken abgerutscht ist.

Im Mangfalltal kam es zwischen der Autobahnbrücke und dem Mangfallknie bei Grub zu größeren Rutschungen. Infolge des häufigen Wasseraustritts auf der von der Mangfall angeschnittenen Tertiäroberkante gerieten hier die anstehenden Kalktuffe und Nagelfluhbänke in Bewegung und brachen in großen Blöcken ab.

3. Hydrogeologie des Untersuchungsgebietes.

3.1. Die Grundwasserleiter.

Die stellenweise bis zu 100 m mächtigen, glazialen Schotterfelder und die Talfüllungen im Mangfall- und Schlierachtal sind die wesentlichsten Grundwasserleiter im Arbeitsgebiet. Weniger bedeutsam sind die Moränen, in denen nur lokal begrenzte, schwebende Grundwasserstockwerke vorkommen. Von Interesse für kleinere Grundwasservorkommen sind die tertiären Konglomerate des Taubenbergs und die tertiären Bausteinschichten.

Als wasserundurchlässige Sohlschicht unter den Kiessanden tritt im südlichen Arbeitsgebiet die oligozäne Molasse auf. Im nördlichen Teil, nördlich der Störungslinie Oligozän - Miozän, die etwa 300 m südlich des Zusammenflusses von Mangfall und Schlierach in west-östlicher Richtung verläuft, ist die miozäne Molasse die wasserundurchlässige Sohlschicht.

Innerhalb der Moränen sind es tonig schluffige Einschaltungen, die als Zwischenstauer auftreten.

Das Grundwasser in den Schotterfeldern bewegt sich im allgemeinen nach Nord-Ost und tritt häufig über dem Tertiär in Form von Hangquellen an der Ostseite aus den Terrassen der Flußtäler aus.

Das Grundwasser in den Talfüllungen fließt in der Regel als Grundwasserbegleitstrom zu den Vorflutern-Mangfall und Schlierach nach Norden.

3.2. Die hydrologischen Kennwerte des Grundwasserleiters in Wallenburg

Im Frühjahr 1970 wurde im Auftrag der Wasserwerke München in Wallenburg (R 86 8; H 96 1) nördlich von Miesbach eine geohydrologische Aufschlußbohrung niedergebracht. Die Bohrung wurde bis auf 69,75 m abgeteuft. Sie erfaßte den ganzen Bereich der hier anstehenden 63,30 m mächtigen jungpleistozänen Kies-Sande (s.Abb. 4) und wurde noch 6,45 m in den tertiären Untergrund vorgetrieben.

Die Wasserwerke München vertraten seit längerem die Auffassung, daß die weitere Schutzzone für ihre Quellfassungsanlagen im Thalhamer Kessel so zu verkleinern wäre, daß die Stadt Miesbach nicht mehr wie bisher in ihrem Bereich läge.

Aufschlußbohrung Wallenburg

Bohrprofil gezeichnet nach Unterlagen der Wasserwerke München.

Darstellung der Bodenarten nach DIN 4023

Abb. 4

Durch die Bohrung und ihre hydrologische Interpretation sollte eine Schutzgebietsverkleinerung auf der Basis gesicherter Daten verantwortet werden.

Die wichtigsten hydrologischen Kennziffern der anstehenden grundwasserführenden Lockersedimente in ihrer Beziehung zur Kornverteilung sind der Durchlässigkeitsbeiwert K (cm/sec), das Transportvermögen T (cm^2/sec) und der Speicherkoeffizient S. Eine Erfassung dieser hydrologischen Daten ist bei den gegebenen geologischen Verhältnissen aus meß- bzw. bohrtechnischen Gründen selbst bei einer gewissenhaften Durchführung einer Wasserbohrung mit Schwierigkeiten verbunden. Um dennoch zu einer möglichst genauen Erfassung, insbesondere des K-Wertes, zu gelangen, wurden in Wallenburg einerseits von den Wasserwerken München, andererseits vom Institut für Radiohydrometrie verschiedene, voneinander unabhängige Untersuchungsmethoden zur K-Wert-Bestimmung angewandt.

Nach neueren Erfahrungen sind die Filterstutzenmethode von Lohr (1969), die die Erfassung des K-Wertes für einen definierten Tiefenwert ermöglicht und radiohydrometrische Untersuchungen zuverlässige Verfahren zur hydrologischen Charakterisierung eines Grundwasserleiters. Darüber hinaus wurden mit Erfolg nach der Piezometermethode K-Werte bestimmt, die ebenfalls repräsentative und reproduzierbare Werte erbrachten.

3.2.1. Die Kornverteilung der entnommenen Bohrproben und die wichtigsten Werte aus der Kornsummenkurve.

Die Bohrung wurde nach der Trockenbohrmethode niedergebracht. Vom anfallenden Bohrgut wurde bei faziellen Änderungen im Bohrprofil eine Probe entnommen und im Labor die jeweilige Kornverteilung und der K-Wert bestimmt.

Zur Siebanalyse wurde eine Probemenge von 5 - 10 kg bei 110° C. getrocknet. Anschließend erfolgte die Trennung der einzelnen Kornfraktionen durch Naßsiebung in einer elektrischen Siebmaschine mit der Siebfolge 0, 08 mm, 0,125 mm, 0,25 mm, 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 6,3 mm, 8 mm, 12,5 mm, 20 mm, 40 mm.

Insgesamt wurden auf diese Weise an 23 Proben Korngrößenanalysen durchgeführt,und es zeigte sich, daß die einzelnen Summenkurven innerhalb eines recht schmalen und flachen Körnungsbandes liegen (Abb. 5). Dabei wurde die Korngrößenkennzeichnung nach DIN 4022 klassifiziert. Neben der Klassifizierung nach DIN 4022 wurde auch noch jene von v. Engelhardt (Füchtbauer 1959) und dem US-BUREAU of SOILS (Terzaghi und Peck 1961) angegeben.

Aus der Kornsummenlinie jeder Probe wurden zur weiteren Charakterisierung der Porisität des Grundwasserleiters der Kies - Sand - Quotient, die stellvertretende Länge d 10 und der Ungleichförmigkeitsgrad U = d 60 : d 10 bestimmt. In Tabelle 1 sind die letztgenannten Parameter neben den entsprechenden Tiefen ab GOK aufgeführt.

v. Engelhardt (1948)

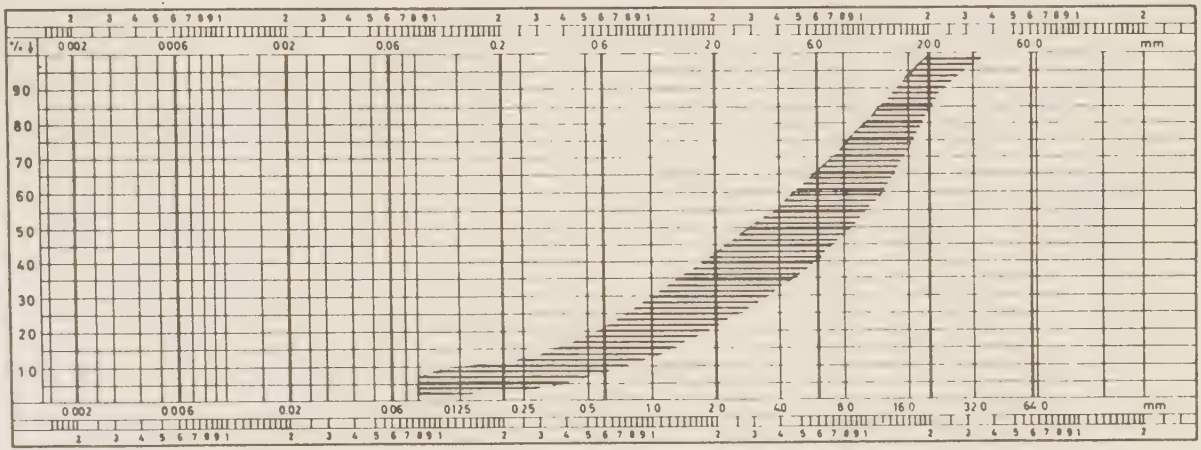
TON		SAND			KIES			Blockwerk
SILT		MITTELSAND		GRAND	MITTELKIES			
Feinton	Grobton (Schluff)	Feinsand		Grobsand	Feinkies		Grobkies	
		Staubsand	Fein-Mittelsand	Grob-Mittelsand	Kiessand	Kleinkies	Fein-Mittelkies	Grob-Mittelkies	Blockkies	
0.002	0.02	0.063	0.2	0.63	2.0	6.3	20.0	63.0	200.0 mm	

US. Bureau of Soils (1890-95)

TON	SCHLUFF	SAND	KIES
0.005	0.05	1.0	mm

DIN 4022 (1955)

TON	SCHLUFF	SAND			KIES			STEINE
		Feinsand	Mittelsand	Grobsand	Feinkies	Mittelkies	Grobkies	
0.002	0.06	0.2	0.6	2.0	6.0	20.0	60.0	mm



Bezeichnung der Probe	
Bodenart	Kornverteilung der Bohrproben von Wallenburg
$U = \sqrt{d_{60}/d_{10}}$	

Abb.5

Tabelle 1

Bohrung Wallenburg

Ungleichförmigkeitsgrad U = d 60 : d 10
stellvertretende Länge d 10
Kies - Sandquotient = K : S

Tiefe ab GOK	d 60 : d 10	d 10	K : S
0,6 - 4,8 m	32	0,2	3,7
4,8 - 7,6 m	10	0,5	0,9
7,6 - 10,5 m	18	0,6	4,2
10,5 - 14,0 m	21	0,4	2,5
14,0 - 16,8 m	12	0,6	3,5
16,8 - 19,7 m	21	0,6	6,1
19,7 - 22,4 m	20	0,5	5,1
22,4 - 25,7 m	11	0,4	2,0
25,7 - 28,8 m	36	0,2	5,9
28,8 - 32,5 m	11	0,2	3,2
32,5 - 33,7 m	26	0,2	1,4
33,7 - 36,0 m	27	0,2	2,2
36,0 - 38,7 m	32	0,4	2,2
38,7 - 42,0 m	17	0,3	2,6
42,0 - 44,9 m	22	0,5	2,8
44,9 - 47,0 m	13	0,2	1,8
47,0 - 49,8 m	30	0,5	1,8
49,8 - 51,7 m	19	0,3	2,9
51,7 - 53,4 m	31	0,2	2,0
53,4 - 55,5 m	14	0,7	2,6
55,5 - 58,3 m	16	0,5	5,9
58,3 - 61,0 m	14	0,7	2,1
61,0 - 65,3 m	18	0,8	3,6

3.2.2. Die labormäßig ermittelten Durchlässigkeitswerte der Bohrproben und weiterer Proben aus dem Arbeitsgebiet.

Der Durchlässigkeitsbeiwert (K) ist ein Maß für die Wasserwegsamkeit des Gesteins. Er gibt die Geschwindigkeit einer Grundwassermenge an, die mit einem hydraulischen Gefälle von i = 1 durch eine senkrecht zur Strömungsrichtung liegende Einheitsfläche fließt. Abhängig ist die Größe der Durchlässigkeit von den Eigenschaften des durchströmten Grundwasserleiters, wie der Kornverteilung, der Kornform, und außerdem von der Viskosität der fließenden Phase. Bei den im Labor durchgeführten Durchlässigkeitsbestimmungen nach der Piezometer-Methode wird die Probe unter Wasser in ein 1 m langes zylindrisches Rohr von 250 mm Durchmesser eingegeben und zu einer möglichst dichten Lagerungsform zusammengerüttelt. Zur Versuchsdurchführung wurde entlüftetes Wasser verwendet.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der einzelnen Proben, die auf eine Wassertemperatur von 10° C bezogen sind, ergeben sich aus der Darcy-Formel: $\frac{Q}{F} = k \cdot i$

Hierbei sind: Q : die Wassermenge die die Filterfläche durchströmt (cm^3/sec.)

F : die Filterfläche (cm^2)

i : das Gefälle (o/oo) (=der Druckabfall, der auf die Länge 1 bezogen wird.)

Insgesamt wurden auf diese Weise von 28 Bohrproben aus der Bohrung Wallenburg die K-Werte ermittelt, deren Ergebnisse auf Seite 36 und 37 aufgeführt sind.

weitere Durchlässigkeitsversuche im Labor wurden an Schlitzproben durchgeführt, die aus verschiedenen Moränen-, Terrassen- bzw. Schotteraufschlüssen des gesamten Untersuchungsgebietes stammen. Hierbei ergaben sich bei versuchstechnisch - dichtester Lagerung mittlere Durchlässigkeitsbeiwerte, die in Tabelle 2 wiedergegeben sind und auf Seite 37 diskutiert werden.

Tabelle 2

Alter	Lokalität	K - Wert
Altpleistozän:	Moräne Stadelberg (R 88 3; H 92 3)	0,43 cm/sec.
	Schotteraufschl. Gieshof (R 84 5; H 92 2)	0,12 cm/sec.
Mittelpleistozän:	Schotteraufschl. Mitterdarching (R 82 2; H O 4)	0,34 cm/sec.
	Moräne Bernloh (R 78 9; H 94 4)	0,084 cm/sec.
Jungpleistozän:	Schotteraufschl. Grub (R 82 5; H 8 2)	0,52 cm/sec.
	Niederterrasse Gotzing (R 84 8; H 98 4)	1,14 cm/sec.
	Endmoräne Osterwarngau (R 78 8; H OO)	0,76 cm/sec.
	Niederterrasse bei Müller am Baum (R 82 9; H 94 O)	0,42 cm/sec.

3.2.3. Ermittlungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (K) und der Filtergeschwindigkeit (Vf) aus Feldversuchen.

Nach Erreichen des Grundwasserspiegels in der Bohrung Wallenburg am 16.3.1970 bei 47,05 m wurden im Verlauf des weiteren Aufteufens der Bohrung von den Wasserwerken München nach der Filterstutzmethode (Lohr 1969) K-Werte in verschiedenen Tiefen bestimmt. Diese Klein-Pumpversuche wurden an jedem Versuchspunkt mit verschiedenen Entnahmemengen gefahren, und der Durchlässigkeitsbeiwert wurde aus folgender Formel errechnet:

$$K = f \cdot \frac{Q}{s \cdot r}$$

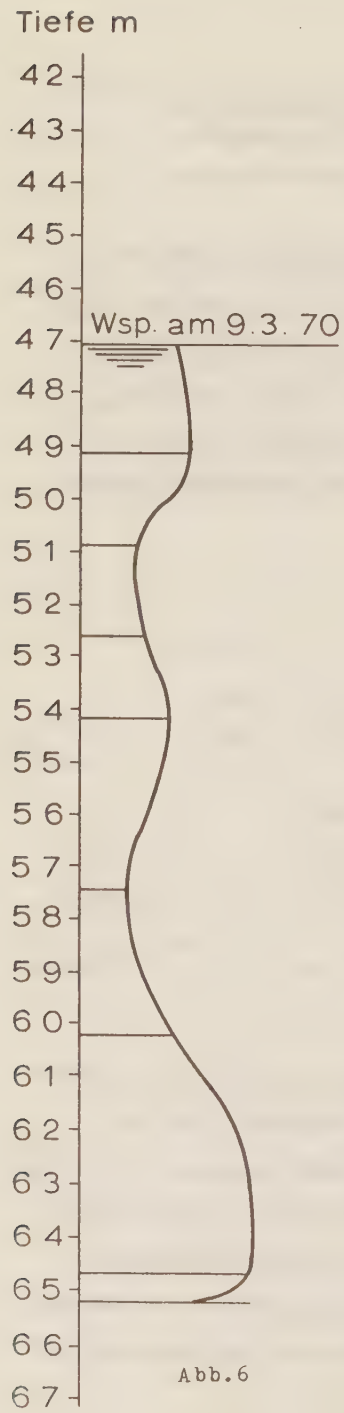
Hierbei sind:

Q =	Fördermenge	(m^3/sec.)
s =	Absenkung	(cm)
r =	Radius des Bohrlochs	(cm)
f =	Korrekturfaktor für konstante Druckminderung	

Die Versuche wurden an sieben definierten Stellen in der Bohrung durchgeführt; die Ergebnisse sind in Tabelle 3 (s.S. 36) zusammengefaßt.

Die hieraus resultierende Kurve der K-Werte ist in Abb. 6 wiedergegeben. Sie bestätigt die Auffassung Lohr's (1969), daß der K-Wert im Vertikalprofil pleistozäner Sedimente deutlich schwankt, und daß die K-Wert-Fläche mehrere Wendepunkte aufweist. Daraus dürfen wir zunächst für den Bereich der Bohrung Wallenburg feststellen, daß der Grundwasserleiter aufgrund seiner unterschiedlichen Körnung eine deutliche Inhomogenität zeigt und damit eine unterschiedliche

K-h-Fläche der Bohrung Wallenburg



Messtiefe	K-Wert cm/sec
49.10	0.42
50.86	0.21
52.59	0.23
54.10	0.34
57.38	0.18
60.21	0.33
64.59	0.80

Abb.6

Porosität aufweist. Unmittelbar nach den Pumpversuchen wurde nach Wiedereintritt des Ruhewasserspiegels mit radioaktiven Isotopen in den verschiedenen Meßtiefen die Filtergeschwindigkeiten (Vf) ermittelt. Eine Gegenüberstellung der Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Pumpversuchen und aus den radiohydrometrischen Untersuchungen gibt ebenfalls die Tabelle 3.

Die radiohydrometrischen Ergebnisse decken sich mit den Pumpversuchen der Wasserwerke München in zufriedenstellender Weise in den Versuchen 1, 2, 4 und 5. Größere Abweichungen treten dagegen in den Versuchen 3, 6 und 7 auf.
Während die Differenz bei Versuch 3 auf Ungenauigkeiten bei der Durchführung der radiohydrometrischen Untersuchung im Gelände zurückzuführen sein dürfte, haben die unterschiedlichen Werte von Versuch 6 und 7 wahrscheinlich eine andere Ursache. Bei beiden Versuchen wurden die radiohydrometrischen Unterschungen nicht unmittelbar nach Wiedereintritt des Ruhewasserspiegels, d.h. anschließend an den Pumpversuch, sondern aus technischen Gründen erst am darauf folgenden Tag durchgeführt. Die Verzögerung der Messungen hatte zur Folge, daß nicht mehr die gleichen Randbedingungen vorlagen. Während bei den Versuchen 1, 2, 4 und 5 der feinsandige, schluffige Anteil des Grundwasserleiters zur Zeit der Isotopenmessung durch den vorausgegangenen Pumpversuch im Bohrloch noch in Bewegung war, hatte er sich bei den Versuchen 6 und 7 schon wieder gesetzt. Das Absinken des feinen, schluffigen Materials führte sodann zu einer größeren Zuschlämmung der Bohrlochwandung innerhalb des Meßhorizontes, wodurch die erheblich kleineren Durchläßigkeitsbeiwerte der radiohydrometrischen

Befunde bedingt sein dürften. Bei zukünftigen parallel laufenden Untersuchungen, einerseits nach der Stutzenmethode, andererseits mit radioaktiven Tracern, sollte also unbedingt darauf geachtet werden, daß die radiohydrometrischen Versuche sofort anschließend an den Pumpversuch nach Erreichen des Ruhewasserspiegels durchgeführt werden.

3.2.4. Gegenüberstellung der nach verschiedenen Methoden ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte.

Aus den radiohydrometrisch ermittelten Filtergeschwindigkeiten ergeben sich nach der Beziehung $V_f = K \cdot i$ für ein ermitteltes Grundwassergefälle von $i = 9^{o}/oo$, Durchlässigkeitsbeiwerte, die in Tabelle 3 den aus den Pumpversuchen und den im Labor nach der Piezometermethode ermittelten Werten gegenübergestellt sind.

Tabelle 3

Versuch Nr.	Tiefe ab GOK	Durchlässigkeitsbeiwerte		
	m	(cm/sec.)		
		aus radiohydrom. Bestimmungen	aus Filterstutzen Vers.	aus Labor Vers.
1	49,10	0,31	0,42	0,13
2	50,86	0,27	0,21	0,08
3	52,59	0,82	0,24	0,16
4	54,16	0,54	0,34	0,28
5	57,38	0,22	0,18	0,13
6	60,21	0,10	0,38	0,28
7	64,59	0,31	0,88	0,42

Besonders die radiohydrometrisch und nach der Stutzenmethode ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte zeigen eine äußerst zufriedenstellende Übereinstimmung. Der mittlere K - Wert aus den radiohydrometrischen Befunden beträgt 0,35 cm/sec., der Mittelwert aus den Pumpversuchen 0,36 cm/sec. Der Mittelwert aus den Laborversuchen weicht nur geringfügig ab und liegt bei 0,21 cm/sec.

Für die 21 Proben, die über dem Grundwasserspiegel entnommen und ebenfalls im Labor untersucht wurden, ergab sich ein mittlerer K - Wert von 0,12 cm/sec. Dieser etwas niedrigere Wert kommt dadurch zustande, daß die im Labor erzielte Lagerungsdichte kompakter als die natürliche Lagerungsdichte ist.

Die Anordnung der Schlitzprobenentnahmen aus anderen Teilen des Arbeitsgebietes (s.S.33) geschah so, daß aus verschiedenen stratigraphischen Niveaus (=Jung-Mittel-Altpleistozän) die Proben jeweils unter den gleichen Bedingungen, d.h. gleiche Schlitzbreite und gleiche Schlitzhöhe, entnommen wurden.
Tabelle 2 (s.S. 33) zeigt, daß die nach der Piezometermethode bestimmten K - Werte hinsichtlich der Größenordnung nur geringfügige Abweichungen zeigen. Das beweist uns, daß sich verschieden alte pleistozäne Sedimente im Arbeitsgebiet hinsichtlich der Größe ihrer Durchlässigkeitsbeiwerte nicht von einander unterscheiden.

3.2.5. Speicherkoeffizient.

Eine wichtige hydrologische Kenngröße ist das sogenannte Speichervermögen S des Grundwasserleiters. Diese Größe ist dimensionslos und ergibt sich aus folgenden Überlegungen. Betrachtet man eine lotrechte Säule des Grundwasserleiters von einem Quadratmeter Grundfläche, so wird bei einer Absenkung des Druckspiegels um 1 m von der wassererfüllten Säule, eine Wassermenge freigegeben, deren Volumen S als das Speichervermögen bezeichnet wird. Anders ausgedrückt ist das Speichervermögen ein Maß für das effektiv nutzbare Porenvolumen (ne) des Grundwasserleiters.

Zusammen mit der Kornverteilung und den K - Werten wurde auch die Größe ne der Bohrproben von Wallenburg im Labor bestimmt. Es wurde so vorgegangen, daß nach der Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes das Wasser aus dem Probevolumen abgelassen und anschließend aus einem Eichzylinder wieder aufgefüllt wurde. Die eingegebene Wassermenge, bezogen auf das Probevolumen, kann dem nutzbaren Porenvolumen (ne) gleichgesetzt werden. In Abb. 7 sind diese Werte der einzelnen Proben als Funktion des Kies - Sandquotienten aufgetragen. Die Abbildung bringt zum Ausdruck, daß mit steigendem Kies - Sandquotienten die ne - Werte ebenfalls ansteigen.

3.2.6. Transportvermögen.

Das Transportvermögen des Grundwasserleiters oder seine Transmissivität ist das Produkt T = K . H (cm2/sec.), wobei H die

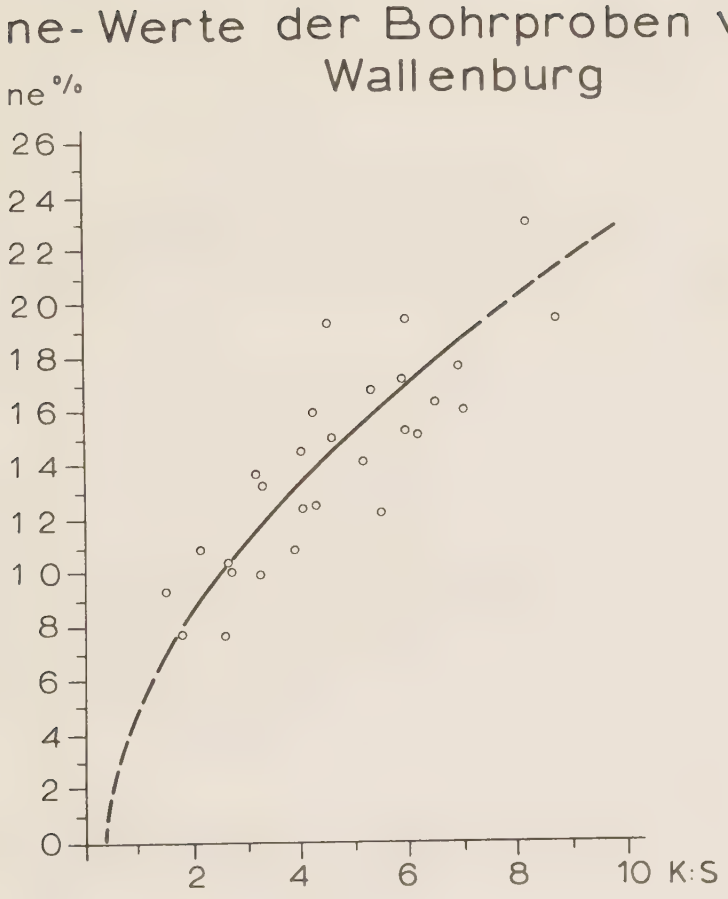

ne- Werte der Bohrproben von Wallenburg
ne %
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
2
4
6
8
10 K:S

Abb.7

Grundwassermächtigkeit bedeutet und K den Durchlässigkeitsbeiwert angibt.
Das Transportvermögen ist als die hydraulische Leitfähigkeit des Grundwasserleiters zu bezeichnen und ergibt ein gutes Bild über seine Ergiebigkeit.

Bei der Bohrung Wallenburg beträgt das Transportvermögen bei einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von o,36 (cm/sec.) und einer Grundwassermächtigkeit von 2ooo cm (1o.4.197o) K. H = o,36 . 2ooo = 72o (cm2/sec.). Die Ergiebigkeit des Grundwasserleiters in Wallenburg ist also als hoch zu bezeichnen.

3.2.7. Hydrologische Folgerungen aus der Versuchsbohrung Wallenburg.

Die Vorschläge für die Festlegung des Weiteren Schutzgebietes der Quellfassungen im Thalhamer Kessel erfolgten erstmals im Jahre 1957, und sie umfaßten mit dem gesamten oberirdischen Einzugsgebiet von Mangfall und Schlierach große Flächen.

Bei der Bohrung Wallenburg war, wie auf Seite 28 ausgeführt, zu untersuchen, ob die Weitere Schutzzone in diesem vorgesehenen Ausmaß noch notwendig ist oder ob aufgrund der hier gewonnenen neuen Erkenntnisse eine Verkleinerung des Schutzgebietes zu vertreten ist.

Die Lage einer Stadt wie Miesbach innerhalb des Weiteren Schutzgebietes bringt einen erheblichen wasserrechtlichen und verwaltungsmäßigen Aufwand mit sich. Es war deshalb in erster Linie die Absicht der Landeshauptstadt München, die Weitere Schutzzone aufgrund der hydrologischen Messungen in der Bohrung Wallenburg so einzuengen, daß die Stadt Miesbach nicht mehr im Schutzgebiet verbleibt.

Die Herausnahme einer Stadt wie Miesbach aus dem Schutzbereich bedarf vielfacher Überlegung und einer besonderen Verantwortung, da die Auswirkungen eventueller Verunreinigungen des Wassers, die im Stadtgebiet oberstromig der Fassungsanlagen im Thalhamer-Kessel auftreten können, erfahrungsgemäß sehr erheblich sein können.

Gefahrenquellen für das Grundwasser sind neben den Abwasserbeseitigungen aus den Wohn-und Industriegebieten noch Grundwasserverunreinigungen, die durch Entwässerungen von Straßen und Autobahnen auftreten können, indem hier durch Ableitung von verunreinigten Niederschlagswässern in den Untergrund, das Grundwasser nachteilig beeinflußt werden kann.

Eine weitere Gefahr für das Grundwasser entsteht durch die Einleitung von Kühlwasser in den Untergrund und durch die Anlage von Mülldeponien und Klärschlamm.

Besonders gefährlich sind hierbei in erster Linie private Müllablagerungen, weil bei ihnen keinerlei Übersicht über Art und Gefährlichkeit bzw. Giftigkeit der abgelagerten Stoffe gegeben ist.

Aufgrund der in der Bohrung Wallenburg erzielten Ergebnisse und der feldgeologischen Befunde ist jedoch eine Verkleinerung des Schutzgebietes im Sinne der Herausnahme der Stadt Miesbach aus der Schutzzone zu verantworten. Die aufgeführten Gefährdungsmöglichkeiten würden sich im Bereich der Wassergewinnungsanlagen der Stadt München rund 1 km grundwasserstromabwärts von Miesbach nicht mehr bemerkbar machen.

Die in Wallenburg gewonnenen hydrologischen Parameter sprechen dafür, daß hygienische Verunreinigungen des Grundwassers von der Stadt Miesbach her, wie sie namentlich durch Bakterien und Mikroorganismen auftreten können, in jedem Fall abgebaut würden, bevor sie zum Fassungsbereich der Reisacher Wassergewinnungsanlagen kommen.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß bei der vertikalen K-Wert-Verteilung der höchste radiohydrometrisch ermittelte K-Wert mit o,82 cm/sec. bei 52,59 m ab GOK liegt. Bei den nach der Filterstutzen-Methode gewonnen Ergebnissen wurde der größte Durchlässigkeitsbeiwert mit o,88 cm/sec. bei 64,59 m ab GOK ermittelt. (s.S. 36).

Nimmt man sicherheitshalber nur die beiden Maxima als repräsentative K-Werte für den Grundwasserleiter an, so ist noch in jedem Fall ein ausreichendes Rückhaltevermögen des Grundwassers, und

damit ein Abbau einer eventuellen Verunreinigung von Miesbach her im Untergrund zwischen Miesbach und der Reisacher Fassung gewährleistet.

Es kommt hinzu, daß über dem Grundwasser rund 4o m mächtige sandig-kiesige Deckschichten anstehen, die einen mittleren Sand-und Schluffanteil von 3o bzw. 6% aufweisen. Das Filtrationsvermögen der Kies-Sande in der Vertikalen und die Reinigungswirkung in der Horizontalen sind deshalb als sehr gut zu bezeichnen.

Die feldgeologischen Befunde zwischen Wallenburg und Reisach ergaben, daß die Terrassen trotz gewisser unterschiedlicher Ausbildung in der Vertikalen im Horizontalprofil einen einheitlichen Schüttungskörper darstellen. Es treten zwar im Vertikalprofil verschiedener Bohrungen Körnungsunterschiede auf, die jedoch nicht horizontbeständig sind und sich nicht über ein bestimmtes Niveau hinweg durchgehend verfolgen lassen. Die unterschiedlichen Ausbildungen im Körnungsaufbau in der Vertikalen der Sedimentabfolge sind jeweils lokaler Natur und keilen von einer zu anderen Bohrung rasch aus. Sie lassen sich zu einem Integral zusammenfassen, und der Verband wird hinsichtlich seines gesamten Horizontalprofils von einem einheitlichen Schüttungskörper

aufgebaut. Es sind sandige, fein- bis mittelkiesige Terrassenschotter, die bis an das Schlierachtal heranreichen, an die die Grundwasserführung gebunden ist. Wir sind also durchaus berechtigt, das in Wallenburg erbohrte geologische Profil als repräsentativ für die gesamte hydrogeologische Provinz zwischen Wallenburg im Süden und Reisach im Norden zu betrachten.

Die aufgeführten Kriterien, die repräsentativen und reproduzierbaren K-Werte sowie die Ausbildung der Deckschichten und des Grundwasserleiters beweisen, daß keinerleit Gefährdungsmöglichkeiten für die Trinkwasserversorgungsanlagen der Landeshauptstadt München aus dem Raum Miesbach kommen können.

Es ist deshalb nochmals festzuhalten, daß nach einer eingehenden kritischen Betrachtung der vorliegenden hydrologischen Parameter und der feldgeologischen Befunde die Herausnahme von Miesbach aus dem Weiteren Schutzgebiet der Grundwasserfassungen im Thalhamer Kessel verantwortet werden kann.

3.3. Wasserhaushalt

3.3.1. Klimadaten aus dem Arbeitsgebiet.

Das Arbeitsgebiet gehört nach Kern (1954) zu dem binnenländischem Niederschlagstyp mit vorwiegendem Sommerniederschlag und einem sekundären Niederschlagsmaximum im Dezember oder Januar. Der mittlere jährliche Niederschlag für den Zeitraum von 1901 bis 1951 beträgt nach Kern 1300 mm. Zwischen 1931 und 1940 lag das Niederschlagsmaximum im Juli und das Niederschlagsminimum im Februar. Der Schneeanteil am Gesamtniederschlag von 1931 bis 1940 betrug 15 - 20 % (Klima-Atlas von Bayern, 1952,Karten 52 und 62).

Die mittlere Jahrestemperatur im Untersuchungsgebiet liegt für die Periode von 1881 bis 1930 zwischen 7° C und 8° C bei einer mittleren Jahresschwankung von 19° C bis $19{,}5^{\circ}$ C (Klima-Atlas von Bayern, 1952,Karten 11 und 12).

Die mittlere jährliche Verdunstungshöhe wird von Kern (1954) für den Zeitraum von 1901 bis 1951 mit 550 mm angegeben, während die mittlere Abflußspende für die gleiche Periode 23,8 l/sec . km^2 beträgt.

3.3.2. Die Wasserläufe.

Die Entwässerung des Gebietes durch Oberflächengewässer wird in erster Linie durch die Mangfall und die Schlierach bestimmt,

die das Untersuchungsgebiet von Süden nach Norden durchfließen. Ihre Zuflüsse kommen hauptsächlich aus der gefalteten, mergelig-sandig ausgebildeten Molasse und nur im begrenztem Maße aus den Moränengebieten und Schotterfeldern. Die Seitentäler erstrecken sich vorwiegend in süd-west --- nord-östlicher bzw. süd-ost --- nord-westlicher Richtung (S. Abb 1).

Der Taubenberg wird durch den Farnbach und den Steinbach hauptsächlich nach Osten entwässert, während sein Abfluß nach Westen und Norden durch zwei kleinere Bäche, die bei Oberwarngau bzw. Oberdarching ins Tal gelangen, gekennzeichnet ist.

3.3.2.1. Die Mangfall als Vorfluter.

Die den Tegernsee nach Nord-Osten entwässernde Mangfall durchbricht bei Gmund die Endmoräne des Tegernseer's Talgletscher's. In ihrem weiteren Verlauf läuft sie auf einer tektonischen Störungslinie zwischen der Mariensteiner Mulde im Westen und der Haushamer Mulde im Osten. In dem etwa 1,5 km langen Abschnitt wird ihr östliches Ufer von sandig mergeligen Gesteinen der Haushamer Mulde ausgebaut, während die westlichen Talhänge von 15 - 20 m mächtigen Kies-Sanden gebildet werden. Von Süd-Osten fließt ihr in diesem Bereich der Schwärzenbach zu, während von Süd-Westen der Festenbach, der nördlich Talmühl in die Mangfall mündet, zuläuft. In seinem weiteren Verlauf weitet sich das Mangfalltal zwischen Talmühl und Müller am Baum und die Osthänge werden stellenweise vom mergeligem Tertiär der Segenhauser Zone, die der Fluß hier durchschneidet, aufgebaut, während die zurück-

springenden Talflanken im Westen von Kies-Sanden gebildet werden. Nördlich Müller am Baum, wo sich das Tal auf einer kurzen Strecke verengt, liegen die gleichen geologischen Verhältnisse wie zwischen Talmühl und Müller am Baum vor, d.h. das rechte Ufer ist von sandig mergeligen tertiären Gesteinen aufgebaut, während die linke Talflanke von diluvialen Kiesen aufgebaut wird. Ungefähr 1 km weiter flußabwärts bei Neumühl reißt die Mangfall das mergelige Tertiär der Miesbacher Mulde an, die sie hier durchschneidet und läuft im folgenden, am linken Ufer stellenweise von sandig mergeligem Tertiär und am rechten Ufer von bis zu 25 m mächtigen Kies-Sanden begrenzt, bis nach Reisach, wo sie sich mit der Schlierach vereinigt.

Nördlich des Zusammenflusses von Mangfall und Schlierach erweitert sich das Tal zum Thalhamer Kessel, in dem der Mangfall vom Westen her der den Taubenberg nach Osten entwässernde Farnbach und die Haidebäche sowie von den östlichen Talhängen einige Quellen bei Oberthalham zulaufen (s.Abb. 1). Zwischen Thalham und Weyarn durchbricht die Mangfall die Flinzmergel des östlichen Ausläufer des Taubenberg's und läuft im folgenden auf mergeligem Tertiär in einem epigenetisch angelegtem Tal weiter nach Norden. Lebling (1962). Lebling glaubt, daß der Ausläufer des Taubenberg's das linke Ufer eines alten Tales darstellt, das nach Nord-Osten gerichtet war und dem ein Vorläufer der heutigen Mangfall folgte.

Nördlich des Taubenberg's zwischen Mühltal und Maxelmühle wird das Westufer der Mangfall von bis zu 20 m mächtigen Kalktuffen aufgebaut (s.S. 26), die in erster Linie durch den Austritt der heute gefaßten Mühltaler Hangquellen (s.S. 112) gebildet

wurden. Auf der Ostseite reichen die Endmoränen des Inngletscher's bis an die Mangfall heran,und der Uferstreifen selbst wird bis zum Mangfallknie bei Grub fast durchgehend von einer 20 bis 25 m mächtigen Nagelfluhleiste gebildet.

Auch die westlichen Talhänge werden nördlich der Maxelmühle bis nach Grub hinauf vorwiegend von Nagelfluh aufgebaut. Daneben treten Kalktuffbildungen auf, die auf Schichtquellen zurückzuführen sind, die über dem von der Mangfall angeschnittenem Tertiär austreten. Gehäuft treten solche Quellen am Westufer zwischen Valley und Grub in Erscheinung, wo sie nach Schirm (1968) eine Gesamtschüttung von 100 l/sec. erreichen.

An Oberflächengewässern fließen der Mangfall zwischen Mühltal und Grub von Westen her der Zufluß aus dem Höllgraben bei Valley und von Osten der das Endmoränengebiet entwässernde Moosbach zu.

Die Mangfall, die zwischen Tegernsee und Grub ein mittleres Gefälle von 1 $^{o}/_{oo}$ aufweist und ein oberirdisches Einzugsgebiet von 230 km^2 umfaßt, hat ihren Hauptabfluß je nach Eintritt der Schneeschmelze in den Monaten Februar, März oder April.

Im Rahmen von Voruntersuchungen für die Wasserversorgungsanlage der Stadt München wurden erstmals von Thiem in den Jahren 1877 und 1878 Reihenmessungen zur Ermittlung des Abflusses der Mangfall durchgeführt. Thiem ermittelte die Wasserführung an fünf Meßstellen. Die erste Meßstelle lag bei Gmund, die zweite bei Thalham unterhalb der Farnbachmündung, die dritte am Weyarner Steg unterhalb der Haidebachmündung, die vierte an der Weigelmühle,und die

fünfte Meßstelle war bei der Maxelmühle. Im einzelnen kam Thiem bei seinen Messungen zu folgenden Ergebnissen:

Meßprofil bei Gmund:	Datum	Wassermenge (cbm/sec)
	4.11.1877	8,368 "
	8.12.1877	4,579 "
	23.12.1877	3,305 "
	2. 2.1878	6,138 "
	10.11.1878	2,479 "
	22.12.1878	2,469 "
	16. 3.1879	4,566 "
Meßprofil bei Thalham:		
	4.11.1877	10,409 "
	8.12.1877	7,446 "
	23.12.1877	5,504 "
	2. 2.1878	8,986 "
	17.3.1878	15,316 "
	31.3.1878	13,136 "
Meßprofil am Weyarner Steg:		
	4.11.1877	12,869 "
	8.12.1877	10,277 "
	23.12.1877	7,921 "
	2. 2.1878	11,235 "
	17. 3.1878	21,552 "
	31. 3.1878	18,820 "

Meßprofil bei Weigelmühle:	Datum	Wassermenge	(cbm/sec)
	4.11.1877	13,768	"
	8.12.1877	10,831	"
	23.12.1877	8,635	"
	2. 2.1878	11,805	"
	17. 3.1878	22,108	"
	31. 3.1878	14,400	"
Meßprofil bei Maxelmühle:			
	4.11.1877	14,278	"
	8.12.1877	11,432	"
	23.12.1877	9,185	"
	2. 2.1878	12,257	"

Die Thiem'schen Abflußwerte erfaßten den Abfluß der Mangfall wie er vor der Durchführung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen vorherrschte (s.S. 50).

Langjährige Beobachtungen des Abflusses der Mangfall vor ihrer Überleitung nach Seeham hin (s.S. 50) liegen lediglich vom Pegel Schmerold vor, der zwischen den Meßstellen Gmund und Thalham liegt. Für den Zeitraum von 1928 bis 1950 ergab sich hier ein mittlerer Abfluß von 8,25 cbm/sec, der die Messungen von Thiem bestätigt.

3.3.2.1.1. Die durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen veränderte Wasserführung der Mangfall.

Seit 1927 wird der Hauptteil des Mangfallwasser's zur Energiegewinnung durch das Leitzachkraftwerk ab Weidenau aus dem Mangfalltal in einem unterirdischen Stollen dem Seehamer See zugeführt.

Nach Wittmann (1953) wurden aus der Mangfall zwischen 1941 und 1950 im Jahresmittel 6,3 cbm/sec. Wasser abgeleitet, wobei das Minimum mit 3,96 cbm/sec. im Trockenjahr 1947 und das Maximum mit 7,17 cbm/sec. im Naßjahr 1944 lag.

Da die Mangfall im Bereich des Weidenauer Wehr's jedoch durchschnittlich nur an 90 Tagen im Jahr 10 cbm/sec. Wasser führt und im übrigen Zeitraum des Jahres die Wasserführung des Flusses gleich der Ableitungsmenge ist oder nur wenig mehr ausmacht, blieb die Mangfall von Weidenau an flußabwärts an durchschnittlich 275 Tagen im Jahr trocken. Traub (1955).

Das lange Trockenfallen des Flusses wirkte sich auf die Trinkwasserversorgungsanlagen der Stadt München im Thalhamer-Kessel ungünstig aus. Die Austrockung des Flußbettes hatte zur Folge, daß die durch Schlamm und Pflanzenwuchs erzeugte biologische Dichtungshaut des Flußbettes durch Trockenrisse zerstört wurde. Bei plötzlich einsetzender Wasserführung nach länger anhaltenden Niederschlägen bzw. nach der Schneeschmelze, wenn der Kanal zum Seehamer See nicht die gesamte Wassermenge aufnehmen konnte und Wasser über das Weidenauer Wehr geleitet werden mußte, gelangte

hygienisch nicht einwandfreies Mangfallwasser in die Reisacher Fassungsanlagen der Wasserwerke München.

Um die Austrocknung des Mangfallbettes mit ihren nachteiligen Folgen für die Grundwassergewinnung zu vermeiden, laufen seit August 1964 wenigstens ständig ca. 500 l/sec. über das Weidenauer Wehr in's Flußbett ab. Auf diese Weise wollte man die Zerstörung der natürlichen Abdichtung des Flußbettes verhindern (s.S. 89).

Unterhalb der Brunnengalerie Thalham-Nord fließen der Mangfall die Haidebäche zu. Vom Januar 1951 bis zum März 1952 wurde die Wasserführung der Mangfall nördlich der Mündung der Haidebäche von Wittmann (1953) gemessen. Die Messungen ergaben folgende mittlere Abflußwerte:

Januar	1951	0,637 cbm/sec.
Februar	1951	0,613 "
März	1951	0,721 "
April	1951	- -
Mai	1951	- -
Juni	1951	1,837 cbm/sec.
Juli	1951	1,639 "
August	1951	2,329 "
September	1951	1,363 "
Oktober	1951	1,074 "
November	1951	0,855 "
Dezember	1951	0,708 "
Januar	1952	0,467 "
Februar	1952	0,239 "
März	1952	0,162 "

Während in der Zeit vom Januar 1951 bis August 1951 jeden Monat an einigen Tagen Wasser über das Weidenauer Wehr in die Mangfall geleitet wurde, wurde das Wehr im Zeitraum von September 1951 bis März 1952 an keinem Tag überströmt. In dieser Zeit wurde also im wesentlichen die Schüttung der Haidebäche gemessen.

Weitere Abflußmessungen an der Mangfall nach Errichtung des Weidenauer Wehr's wurden in zwei Meßreihen 1967 und 1968 vom Wasserwirtschaftsamt Rosenheim durchgeführt. Die Meßstellen lagen alle unterhalb des Weidenauer Wehr's. Die Ergebnisse geben im Gegensatz zu den Thiem'schen Abflußmessungen die heutigen, gestörten Abflußverhältnisse wieder. Die Messungen wurden an sechs Stellen zwischen Bruckmühle und Altenburg durchgeführt, wobei man zu folgenden Werten gelangte:

1. Meßreihe vom 25.10.1967

1.	Bruckmühle	1,800 cbm/sec.
2.	Maxelmühle	1,648 "
3.	Valley	1,758 "
4.	Hohendilching	2,120 "
5.	Grub	2,693 "
6.	Altenburg	2,566 "

Bei der zweiten Meßreihe ein Jahr später wurde die Meßstelle Maxelmühle ausgelassen und der Meßpunkt Bruckmühle wurde ca. 300 m flußabwärts zur Weigelmühle gelegt. Süd-östlich von Grub im Bereich der nach Süd-Osten abfließenden Mangfall wurde der Abfluß diesmal nicht in Altenburg sondern 2 km flußabwärts bei Feldolling gemessen. Es ergaben sich dabei folgende Abflußwerte:

2. Meßreihe am 22.11.1968

1. Weigelmühle	2,001	cbm/sec.
2. Valley	2,125	"
3. Hohendilching	2,265	"
4. Grub	2,293	"
5. Feldolling	2,785	"

Bei beiden Meßreihen wurden über das Weidenauer Wehr 500 l/sec. ins Mangfallbett geleitet. Auffallend bei der ersten Reihenmessung ist die Zunahme der Wasserführung zwischen Valley und Grub um rund 900 l/sec.,auf die schon Schirm (1968) hingewiesen hat.

Schirm (1968) vertritt die Auffassung, daß hier ganz offensichtlich ein Grundwasserzufluß der Mangfall aus dem Holzkircher Raum über den Darchinger Höhenrücken (s.S. 111 u. Beil. 5) zuströmt.

Dabei geschah dies nach Angaben von Schirm zu einer Zeit in der die Grundwassermeßstelle Holzkirchen einen über MW liegenden Grundwasserstand aufwies. Diese Schirm'sche Deutung ist nach meiner Auffassung jedoch nicht vertretbar, wenn man bedenkt, daß die stauende tertiäre Sohlschicht von Holzkirchen bis zum Darchinger Höhenrücken von 600 m über NN bis auf 640 m über NN, also um rund 40 m ansteigt. Diese Aufragung des Tertiär's im Untergrund dürfte auch bei einem über MW liegenden Grundwasserspiegel im Holzkirchner Raum kaum in dem Maße überströmt werden, daß dadurch die Wasserführung der Mangfall zwischen Valley und Grub um 900 l/sec. zunimmt.

Wie ist dann jedoch dieser erheblicher Grundwasserzufluß, den die Mangfall in diesem Bereich erfährt, zu erklären?

Südlich des Darchinger Höhenrücken's wird ein von Süd-Westen kommender Grundwasserstrom (s.Beil. 5) durch die Wassererschließung der Wasserwerke München in den Mühltaler Hangquellen gänzlich erfaßt, und es gelangt mit Sicherheit kein Grundwasser bis zur Fassung der Mühltaler Quellen in die Mangfall.

Aus dem Gebiet östlich der Mangfall ist ein Grundwasserzufluß unmöglich. Die feldgeologischen Befunde zeigen, daß hier vorwiegend wasserundurchlässige, tertiäre Flinzmergel anstehen. Sie fallen flach nach Nord-Osten ein und bedingen eine nordöstlich gerichtete Grundwasserströmung, die eine mögliche Grundwasserspende zwischen Valley und Grub vom Mangfalltal wegziehen würde. So ist es auch verständlich, daß Quellaustritte am rechten Mangfallufer nicht beobachtet werden konnten,und Grundwasserzutritte ins Mangfallbett aus dem Gebiet östlich der Mangfall sind deshalb ebenfalls auszuschließen.

Als Herkunftsgebiet der 900 l/sec., die ganz offensichtlich der Mangfall zwischen Valley und Grub zufließen, bleibt somit allein das Gebiet westlich der Mangfall und nördlich des Darchinger Höhenrücken's. Es muß hier bei einem über MW liegendem Grundwasserstand aus dem südlichen Teufelsgrabengebiet eine ergiebige Grundwasserströmung der Mangfall von Westen her zufließen, die bisher noch nicht näher erkannt wurde. Das Grundwasser muß in einer bisher durch Bohrungen nicht lokalisierten Rinne dem Mangfalltal zuströmen. Es ist ja durchaus möglich, daß die

weitständigen Bohrungen nach denen die Tertiäroberkante in Beil. 5 konstruiert wurde, nicht ausreichen, um die grundwasserführende Rinne im Tertiär konstruktiv zu erfassen.

Eine genaue Lokalisierung dieser Grundwasserrinne mit gezielten Versuchsbohrungen läßt mit großer Wahrscheinlichkeit neue Wassergewinnungsanlagen im Streichen und in der Achse dieser Rinne erwarten. Ob dabei das Grundwasser durch Brunnen oder durch Stollen gefördert wird, hängt vom Ergebnis der Versuchsbohrungen ab.

3.3.2.1.2. Chemismus des Mangfallwasser's.

Die chemische und bakteriologische Beschaffenheit des Mangfallwassers erfuhr durch die Kläranlage Rainmühle nördlich Gmund, die im Juli 1966 fertiggestellt wurde, eine grundlegende Veränderung. Die aus der Ringkanalisation des Tegernsees kommenden Abwässer werden mechanisch geklärt, biologisch gereinigt und anschließend kontinuierlich der Mangfall zugeführt. Die Kläranlage ist so angeordnet, daß die Papierfabriken Gmund und Luisental, die die Mangfall erheblich mit ihren Abwässern belasteten, an sie angeschlossen werden konnten. Auch die Abwässer der Gemeinden Dürnbach, Festenbach und Schaftlach sollen in absehbarer Zeit zur Kläranlage geleitet werden, bevor sie in die Mangfall gelangen. Die BSB_5 Abbaurate der Kläranlage,[+] die in ihrer vierjährigen Betriebsdauer schon erheblich zur Sanierung des Tegernsees beigetragen hat, beträgt 95 - 97 % vom ursprünglichen BSB_5-Wert des ungereinigten Abwassers.

[+] Für die Einsicht der in der Arbeit aufgeführten Ergebnisse von chem. Analysen danke ich herzlich Frau Dr. I. Alexander, Wasserwerke München.

(Der biochemische Sauerstoffbedarf -- BSB_5 -- zeigt den Grad der Belastung des Vorfluters an und ist definiert als diejenige Menge Sauerstoff, die bei der biologischen Selbstreinigung eines Wassers innerhalb von 5 Tagen bei 20° C aufgezehrt wird, d.h. beim bakteriellen Abbau der vorhandenen organischen Stoffe verbraucht wird in mg/l.)

Oberhalb der Kläranlage in Gmund wurden 16 Analysen ausgewertet, die von Wasserproben der Mangfall aus dem Zeitraum vom 23.1.1969 bis zum 8.7.1970 stammen. Es ergaben sich hierbei folgende Mittelwerte:

$KMnO_4$	8,4 mg/l
freier O_2	12,3 "
BSB_5	2,3 "
Cl^-	2,4 "
NO_3^-	2,3 "
gebundene Kohlensäure	68,4 "
Karbonathärte	8,7 °dH
Gesamthärte	10,6 °dH
Nichtkarbonathärte	1,9 °dH

Nach der Güteklasseneinteilung (aufgestellt vom Hauptausschuß "Oberflächengewässer" des deutschen Gasvereins der Gas- und Wasserfachmänner und des Verbandes der deutschen Gas- und Wasserwerke), die als Anhalt für die Beurteilung oberirdischer Gewässer in Bezug auf ihre Eignung für Wasserversorgungszwecke dient, liegt die Güte des Mangfallwassers hinsichtlich seines BSB_5-Bedarfes hier zwischen den Güteklassen A (= Oberflächengewässer,

die nicht durch Abwässer beeinflußt sind) und B (= Oberflächengewässer, die nach entsprechender Reinigung für Trink- und Brauchwasserzwecke noch verwendbar sind). Bezüglich der übrigen Daten, namentlich hinsichtlich des $KMnO_4$-Verbrauchs und des geringen Chloridgehalts wäre sogar eine Einstufung in die Güteklasse A möglich.

Nach der vom Bayer. Landesamt für Wasserversorgung und Gewässerschutz herausgegebenen Einteilung der Oberflächengewässer, die nur vom Sauerstoffgehalt und dem BSB_5-Wert ausgeht, liegt das Wasser der Mangfall oberhalb der Kläranlage in Gmund zwischen den Güteklassen II und III.

Unterhalb der Kläranlage bei Baum ergab die Auswertung von 22 Analysen, die von Wasserproben stammen, die vom 23.1.1969 bis zum 11.12.1969 aus der Mangfall genommen wurden, naturgemäß eine Erhöhung des $KMnO_4$-Verbrauchs und des BSB_5-Bedarfs, während die Werte der anderen geprüften Lösungsanteile ziemlich konstant blieben. Im einzelnen ergab sich folgendes:

$KMnO_4$	12,5 mg/l
freier O_2	10,6 "
BSB_5	5,6 "
Cl '	3,1 "
NO_3	3,1 "
gebundene Kohlensäure	69,1 "
Karbonathärte	8,8 °dH
Gesamthärte	10,8 °dH
Nichtkarbonathärte	2,0 °dH

Der BSB_5-Wert weist hier durch die in die Mangfall eingeleiteten, geklärten Abwässer des Tegernsees eine Erhöhung um über 100 % auf und der $KMnO_4$ -Verbrauch ist um 4,1 mg pro l gestiegen. Der Chemismus des Mangfallwassers hat hier also eine Verschlechterung erfahren und das Wasser liegt in diesem Bereich zwischen den Güteklassen B und C (=Oberflächengewässer, das sowohl für die Wasserversorgung, als auch für Badegewässer ungeeignet ist) bzw. II und III.

Zu einer weiteren Steigerung des $KMnO_4$-Verbrauchs, des BSB_5-Wertes und auch des Chloridgehaltes kommt es unterhalb Müller am Baum. Obwohl die Abwässer der dortigen Zellstoffabrik in einem Werkskanal direkt in die Überleitung zum Seehamer See geführt werden, wird das Mangfallwasser hier offensichtlich durch Abwässer der Siedlung selbst, sowie durch die häuslichen Abwässer von Lichtenau, die durch ein Klärbecken laufen und anschließend in den Fluß geleitet werden, ungünstig beeinflußt. Die mittleren Werte von 13 Wasserproben, die vom 20.2.1969 bis zum 8.7.1970 entnommen wurden, ergaben für den KMn_O4-Verbrauch 17,7 mg/l, für den BSB_5-Wert 7,4 mg/l und für den Chloridgehalt 3,8 mg/l. Der Betrag der übrigen gelösten Anteile zeigte keine oder nur geringfügige Schwankungen. Die hier gewonnen Daten zeigen eine weitere Verschlechterung des Chemismus der Mangfall an und aufgrund des BSB_5-Wertes ist der Fluß in diesem Bereich lediglich in die Güteklasse C einzustufen.

Eine weitere, jedoch nicht durch Abwässer verursachte Veränderung des Chemismus des Mangfallwassers ergibt sich bei Neumühle. Es kommt hier unterhalb des Weidenauer Wehr's, wo die Mangfall das Tertiär der Miesbacher Mulde anreißt, zu Grundwasseraufstößen im Flußbett, die bei Niedrigwasser,im Vergleich zu dem bei Müller am Baum gewonnenem Härtegrad,die Härte des Mangfallwassers um 2 - 3 °dH erhöhen. Es kommt hier ganz offensichtlich zu einer Mischwasserbildung zwischen dem härteren Grundwasser und dem weicheren Mangfallwasser, wodurch sich bei Niedrigwasser die Härte des Mangfallwassers erhöht.

Rund 1 km weiter flußabwärts bei Reisach ist durch die Selbstreinigungskraft des Flusses der Gehalt der Verschmutzungsindikatoren $KMnO_4$ und BSB_5 im Vergleich zu den Daten von Baum und Müller am Baum wieder spürbar zurückgegangen.
Aus 19 Analysen, die von in Reisach in der Zeit vom 1o.1.1969 bis zum 13.8.197O entnommenen Wasserproben stammen, wurde ein mittlerer $KMnO_4$-Verbrauch von 1O,5 mg/l,ein BSB_5-Bedarf von 3,4 mg/l und ein Chloridgehalt von 2,9 mg/l errechnet. Der Gehalt der übrigen geprüften Lösungsanteile wies auch hier im Vergleich zu den schon aufgeführten Analysenergebnissen von Gmund und Baum fast keinerlei Änderung auf.

Ungefähr 1 km weiter flußabwärts bei der ehemaligen Brandelmühle in Unterthalham liegen ähnliche Verhältnisse vor wie bei Neumühle. Auch hier kommt es bei geringer Wasserführung zu Grundwasseraufstößen, die jedoch nicht auf das hier noch ziemlich tief liegende

sandig-mergelig ausgebildete Tertiär zurückzuführen sind, sondern durch die Hochlage eines stauenden Lettenhorizont innerhalb der Talfüllung bedingt werden. Wie die nachstehenden Ergebnisse einer Analyse von einer Wasserprobe vom 29.9.1956 zeigen, ist es auch hier in erster Linie die Härte und der hohe Gehalt an gebundener Kohlensäure, die das austretende Grundwasser kennzeichnen.

Es wurden folgende Lösungsanteile bestimmt:

Cl '	3,08 mg/l
NO_3	6,0 "
gebundene Kohlensäure	126,5 "
Karbonathärte	16,8 °dH

Durch die Haidebäche, die aufgrund des ansteigenden, sandig-mergelig ausgebildeten Tertiärs im Bereich der Brunnengruppe Thalham-Nord ca. 200 m weiter nördlich als Stauquellen im Talgrund austreten und oberhalb des Weyarner-Steg in die Mangfall münden, wird der Chemismus des Flußes wesentlich verändert. Der niedrige Gehalt an $KMnO_4$ und der hohe Gehalt an gebundener Kohlensäure der Haidebäche, bewirken, daß das Mangfallwasser hier verbessert wird und in die Güteklasse A bzw. I gestellt werden kann. Die mittleren Ergebnisse von drei Wasseranalysen vom 28.1.1957 bringen dies deutlich zum Ausdruck:

$KMnO_4$	1,9 mg/l
Cl '	3,2 "
NO_3 '	5,0 "
gebundene Kohlensäure	98,7 "
Gesamthärte	14,5 °dH

Die in chemischer Hinsicht günstige Auswirkung der Haidebäche auf das Mangfallwasser läßt sich flußabwärts bis nach Grub hinauf verfolgen. Die mittleren Daten von zwei Analysen, die von Wasserproben stammen, die am 29.10.1968 bei Valley und bei Grub entnommen wurden, zeigen daß:

Geprüfte Lösungsanteile:	Valley:	Grub:
$KMnO_4$	8,7 mg/l	7,5 mg/l
Cl '	4,6 "	5,3 "
NO_3 '	5,5 "	3,5
gebundene Kohlensäure	119,5 "	110,0 "
Karbonathärte	15,1 °dH	14,0 °dH
Gesamthärte	17,0 "	16,2 "
Nichtkarbonathärte	1,9 "	2,2 "

Zusammenfassend läßt sich für den Chemismus der Mangfall zwischen Gmund und Grub sagen, daß die chemisch-bakteriologische Beschaffenheit der Mangfall im Oberlauf des Flußes zwischen der Kläranlage Rainmühle und dem Thalhamer Kessel gütemäßig als nicht sehr günstig bezeichnet werden muß. Durch die Einleitung von örtlichen Abwässern sowie durch die geringe Wasserführung unterhalb des Weidenauer Wehr's ist die Mangfall in diesem Bereich lediglich den Güteklassen B bis C zuzuordnen. Wesentlich günstiger ist dagegen der Chemismus des Mangfallwasser's unterhalb der Mündung der Haidebäche zu beurteilen. Von hier aus bis zum Mangfallknie bei Grub weist die Mangfall eine chemische Beschaffenheit auf, die eine Einstufung in die Güteklasse A durchaus rechtfertigt.

3.3.2.2. Die Schlierach als Vorfluter.

Im Schlierachtal liegen ähnliche Verhältnisse wie an der Mangfall vor; auch die Schlierach, die den Schliersee nach Nord-Westen entwässert, durchschneidet in ihrem Oberlauf die Endmoräne des Schlierseetalgletscher's und läuft im folgenden in gut durchlässige, grundwasserführende Kiese eingebettet, bis nach Hausham. An oberirdischen Zuflüssen fließen ihr in diesem Abschnitt von Westen der Triftgraben bei Abwinkel (R 88 O; H 90 O) und ein kleiner Bach aus einem Schuttkegel westlich Hausham zu.

Im Bereich zwischen Hausham im Süden und Poschmühl im Norden (86 4; H 82 3) durchschneidet der Fluß sandig-mergelig ausgebildete Gesteine der Haushamer Mulde, wobei mit dem Fehnbach bei Agataried ein Bach in die Schlierach mündet, der die Haushamer Mulde nach Nord-Osten entwässert. Zwei kleinere Bäche, deren Einzugsbereiche ebenfalls im Westteil der Haushamer Mulde liegen, fließen ihr südlich bei Agataried zu.

Die Talfüllung der Schlierach wird auch zwischen Hausham und Poschmühl in erster Linie von gut durchlässigen Kiessanden gebildet, die in Hausham, wie aus den Profilen der örtlichen Brunnenbohrungen hervorgeht, teilweise bis zu 40 m mächtig sind.

Auch nördlich Poschmühl sind es bis zu 40 m mächtige Kiessande in denen der Fluß läuft. Von Süd-Westen mündet bei Haidmühl der Auerbach in die Schlierach, dessen Einzugsgebiet im Westteil der Haushamer Mulde liegt. Westlich Haidmühl steht am linken Ufer das hier mergelig ausgebildete Chatt der Segenhauser Zone, die die

Schlierach hier durchläuft, an, und im Anschluß daran weitet sich das Tal nach Osten hin. Bemerkenswert ist die geringmächtige quartäre Talfüllung ungefähr 200 m nördlich Haidmühl. Eine 1946 bei (R 87 18; H 94 93,89) bis auf 21,50 m abgeteufte Bohrung erbrachte folgendes geologisches Profil:

Quartär	0 -	4,0 m Grobkiese
	-	7,90 m schluffige Mergel
Tertiär	-	20,0 m harte dunkelgraue Mergel
	-	21,50 m Mergel mit Kohleschmitzen

Die 4 m mächtigen Grobkiese führten kein Grundwasser. Offensichtlich stehen hier die mergeligen Sedimente der Segenhauser Zone im Untergrund noch relativ hoch an.

Rund 300 m weiter nördlich in Miesbach erreichen die talfüllenden Kiese wie aus dem Profil der Brunnenbohrung bei der städtischen Molkerei (s.Abb. 8) an der östlichen Talseite bei (R 8797,25; H 9494,09) hervorgeht, wieder eine Mächtigkeit von mindestens 32 m.

Reuter (1946) glaubt, daß bei dieser Bohrung ein fossiler Talboden dessen Westufer zwischen der Molkerei und dem westlichen Schlierachtal liegt, durchteuft wurde und erklärt so die beträchtlichen Mächtigkeitsschwankungen auf kurzem Raum.

Nördlich Miesbach mündet im Schopfgraben ein kleiner von Süd-Westen kommender Bach in die Schlierach und im folgenden durchschneidet der Fluß den sandig mergelig ausgebildeten Nordflügel der Miesbacher

Mulde, deren Sedimente die westlichen Talhänge bis nördlich Wallenburg aufbauen. Wie aus den Profilen von vier Bohrungen, die im Rahmen von Baugrunduntersuchungen für den Bau einer Kläranlage südlich Wallenburg abgeteuft wurden, hervorgeht, steht auch im Talbereich selbst sandig mergelig ausgebildetes Tertiär der Miesbacher Mulde an. Es ist lediglich von einer 2,30 m mächtigen alluvialen Schotterdecke überlagert.

Unterhalb Wallenburg, beim Austritt aus der Miesbacher Mulde öffnet sich das Tal nach Osten und die Talflanken werden von mächtigen hier meist feinkörnigen Kiesen aufgebaut, die an der Ostseite in einer größeren Kiesgrube abgebaut werden. Auch die Kiessande, die die Talfüllung bilden, erreichen wie aus den feldgeologischen Befunden hervorgeht, hier wieder etwas größere Mächtigkeiten.

Die Schlierach verliert in diesem Abschnitt offensichtlich Wasser, das in den Kiesen versickert und als Grundwasser nach Norden abfließt, denn häufig ist ihr Bett hier trocken.

Ungefähr 1 km nördlich Wallenburg wird die Schlierach in den Kanal der Mangfallüberleitung einbezogen und auch dem Seehamer See zugeleitet. Im Gegensatz zur Mangfall wird die gesamte Schlierach abgeleitet, sodaß das Flußbett von hier ab bis zur Mündung in die Mangfall fast immer trocken liegt. Lediglich nach hohen Niederschlägen, wenn der Wasserandrang das Fassungsvermögen des Überleitungskanal übersteigt, wird zu seiner Entlastung Wasser in die Schlierach geleitet.

Diese Maßnahme ist jedoch äußerst selten und nur nach so extrem hohen, langanhaltenden Niederschlägen erforderlich, wie sie zum Beispiel am 8. und 9. August 1970 auftraten, als in Reisach 80 mm Niederschlag gemessen wurden. Eine Wasserführung der Schlierach unterhalb des Kanals bringt für die Reisacher Fassungsanlagen nach den Erfahrungen der Wasserwerke München im Gegensatz zur Mangfall keinerlei Nachteile. Die Begründung hierfür dürfte darin liegen, daß der Höhenrücken, der sich zwischen Mangfall und Schlierach erhebt, eine Wasserscheide zwischen den fluvioglazialen Kiessanden beider Täler nachzeichnet, die sich im Untergrund nach Norden bis zwischen die Pegel 18 ° bzw. 18a fortsetzt (Traub 1970).

Die Schlierach, die zwischen dem Schliersee und Reisach mit 1,5 °/oo ein größeres mittleres Gefälle als die Mangfall zwischen Gmund und Grub aufweist, hat ein oberirdisches Einzugsgebiet von 56 km^2. Ihr laufen die meisten oberirdischen Zuflüsse von der westlichen Faltenmolasse zu, während sie aus dem östlichen Endmoränengebiet,in dem die Niederschläge rasch versickern,und es deshalb nicht zur Oberflächenwasserbildung kommt, keine Zuflüsse erhält. Es liegen über die Wasserführung der Schlierach keine Reihenabflußmessungen vor, sodaß über einen Wasseraustausch zwischen Grund- und Oberflächenwasser keine Angaben gemacht werden können. Dieser ist jedoch zumindest in den Bereichen anzunehmen, wo die Talflanken von gutdurchläßigen Kiesen aufgebaut werden.

Abflußmessungen der Schlierach über einen längeren Zeitraum hinweg liegen lediglich von Miesbach aus Messungen zwischen 1902 und 1931 vor, wo ein mittlerer Abfluß von 1,83 cbm/sec. ermittelt wurde.

3.3.2.2.1. Chemismus der Schlierach.

Die chemische und bakteriologische Beschaffenheit der Schlierach war lange Zeit bedeutend ungünstiger als die der Mangfall, da ihr neben den Abwässern aus dem Schlierseegebiet auch noch die von Hausham und Miesbach zugeleitet wurden. Seit 1960 werden jedoch alle im Schlierachtal anfallenden Abwässer in einem vom Schliersee bis nördlich Miesbach verlaufenden Kanal einer dort erbauten Kläranlage zugeleitet und nach der Klärung in den Überleitungskanal nach Seeham geführt. Die mechanisch-biologische Kläranlage, die eine BSB_5 - Abbaurate von 90 - 95 % des ursprünglichen BSB_5 - Wertes aufweist, trug erheblich zur Sanierung des gesamten Schlierachgebietes bei.

Unterhalb der Kläranlage wird das Schlierachwasser, das hier schon eine gewisse Vorklärung durch den Wallenburger Weiher erfährt, laufend von den Wasserwerken München chemisch überwacht.

Aus 14 Analysen, die von Wasserproben stammen,die in der Zeit vom 20.2.1969 bis zum 27.7.1970 entnommen wurden, ergaben sich folgende Werte:

$KMnO_4$	13,8 mg/l
freier O_2	11,3 "
BSB_5	6,7 "
Cl '	2,9 "
NO_3 '	2,4 "
gebundene Kohlensäure	74,3 "
Karbonathärte	9,4 ^{o}dH
Gesamthärte	11,6 "
Nichtkarbonathärte	2,2 "

Die Ergebnisse der 14 Analysen sind die einzigen chemischen Daten, die von der Schlierach zur Verfügung standen. Die Wasserproben wurden über einen Zeitraum von 1 1/2 Jahren hinweg entnommen, und die Ergebnisse der Analysen sind demnach als repräsentativ für den Gang eines hydrologischen Jahres anzusehen.

Aufgrund des BSB_5-Wertes und des $KMnO_4$-Verbrauchs ist das Schlierachwasser in diesem Bereich zwischen die Güteklassen C und D zu stellen. Im Vergleich zur Mangfall entspricht es damit etwa der chemischen Beschaffenheit des Mangfallwassers, wie sie zwischen Baum und Müller am Baum vorherrscht (s.S. 57, 58).

3.3.3. Grundwasserentnahmen und Grundwasserstandsschwankungen im Schlierach - und südlichen Mangfallgebiet.

3.3.3.1. Grundwasserentnahmen und Grundwasserstandsschwankungen im Schlierachtal.

Die Gemeinde Schliersee deckt 2/3 ihres Wasserbedarfes aus der Stocker - Almquelle, die im Süden des Schliersee's als Hangquelle über dem Flysch austritt. Zusätzlich werden ihr noch 5 l/sec. aus drei Bohrbrunnen bei Haidmühl (s.Abb. 1) zugeleitet.

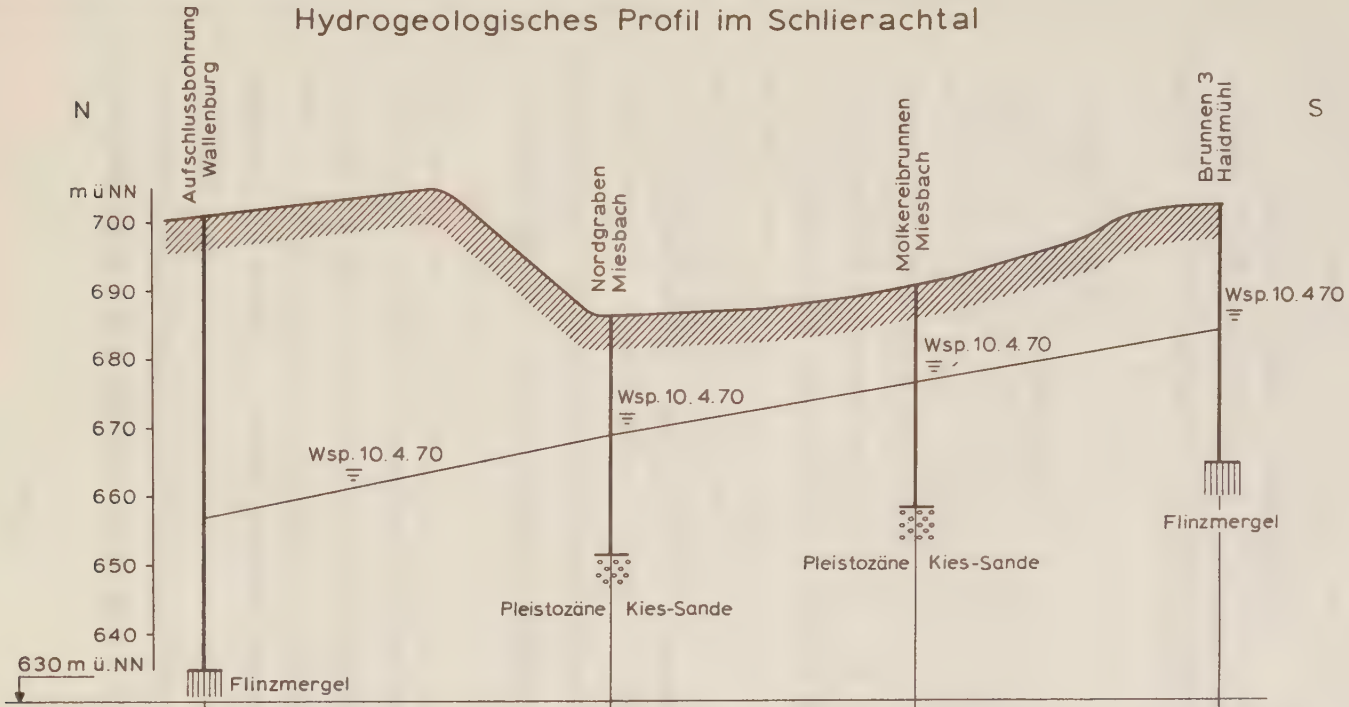
Hausham mit den dazugehörigen Siedlungen Agathariedl und Poschmühl wird in erster Linie von der südlich Haidmühl liegenden Brunnengruppe versorgt, hat aber zusätzlich noch einen Brunnen in dem Schotterfeld, das dem Endmoränenwall des Schlierseer Talgletscher's nördlich vorgelagert ist.

Miesbach bezieht sein Trinkwasser aus dem Leitzachtal und aus dem Stadelberggebiet, wo eine über mergeligem Tertiär austretende Quelle gefaßt ist, die konstant 5 - 6 l/sec. schüttet. Das Wasser des schon erwähnten Molkereibrunnen's (s.S. 63) wird lediglich als Kühlwasser verwendet, während die alte Miesbacher Wasserversorgung mit dem Brunnen im Nordgraben (R 8795,31; H 9498,93) nur noch bei Spitzenbedarf hinzugezogen wird.

Die Brunnengruppe unmittelbar südlich Haidmühl liegt im Schlierachtal und umfaßt drei Brunnen. Aus den Bohrprofilen geht hervor, daß im Bereich der Brunnen die hier anstehenden Kies-Sande ca. 38 m mächtig sind und das im Untergrund mergelig ausgebildetes Tertiär der Faltenmolasse ansteht (s.Abb. 8). 200 m unterhalb Haidmühl steht das Tertiär wie aus dem Profil (s.S. 63) hervorgeht, im Untergrund schon bei 4 m ab GOK an. Möglicherweise bewirkt diese Hochlage des mergeligen Tertiärs einen Rückstau des im Talbereich fließenden Grundwassers, der zu einer Grundwasseranreicherung führt. Die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse wirken sich jedenfalls günstig auf die Förderzahlen der Brunnen aus; sie liefern im Durchschnitt 130 l/sec. und sind noch steigerungsfähig.

Bei der Fassung neben der städtischen Molkerei in Miesbach handelt es sich um einen unvollkommenen 32 m tiefen Brunnen aus dem im Durchschnitt 4 l/sec. entnommen werden.

Hydrogeologisches Profil im Schlierachtal



OK Gelände	700. 90	686. 50	690. 30	702. 50
OK Flinzmergel	634. 80			664 80
Endteufe	631. 15	651. 50	658 30	661. 50
Entfernung m	1200	900	900	
J ‰	7 8	9.0	9.0	

Abb. 8

0 200 400 600 m

Auch der Brunnen im Nordgraben, der am Vereinigungspunkt des diluvialen Schlierachtals mit dem alten Leitzachtal liegt (Fischer 1947) ist unvollkommen. Die Bohrung die 1946 abgeteuft wurde, erfaßte 40 m mächtige Kiessande und wurde eingestellt ohne das Tertiär erreicht zu haben.

Alle Brunnen im Schlierachtal weisen seit je her extrem hohe Wasserspiegelschwankungen auf. Der Wasserspiegel des Brunnen 3 in Haidmühl lag z.B. bei gleichbleibender Entnahmemenge im November 1969 bei 32 m und im April 1970 bei 14,10 m ab Gelände, was einer Spiegeldifferenz von 17,90 m entspricht. Ähnliche Verhältnisse herrschen bei der Molkerei und beim Nordgrabenbrunnen in Miesbach vor. Synchron, bei konstanten Fördermengen, durchgeführte Wasserspiegelmessungen der beiden Miesbacher Brunnen von 1959 bringen die Schwankungsbeträge deutlich zum Ausdruck.+

Datum	Nordgraben Wsp. abGOK	Schwankungs-betr.	Molkereibrunnen Wsp. ab GOK	Schwankungs-betr.
3. 4.59	24,00 m	-	14,90 m	-
5. 5.59	25,00 m	- 1 m	15,50 m	- 0,60 m
3. 6.59	24,60 m	+ 0,40 m	13,60 m	+ 1,90 m
10. 7.59	22,20 m	+ 2,40 m	-	-
19. 8.59	20,20 m	+ 2 m	-	-
1. 9.59	20,40 m	- 2 m	11,30 m	-
8.10.59	23,10 m	- 2,70 m	14,10 m	- 2,80 m
22.10.59	24,40 m	- 1,30 m	15,60 m	- 1,50 m
5.11.59	25,50 m	- 1,10 m	17,00 m	- 1,40 m
13.11.59	26,30 m	- 0,80 m	17,80 m	- 0,80 m
30.11.59	27,40 m	- 1,10 m	18,90 m	- 1,10 m
16.11.59	28,00 m	- 0,60 m	19,30 m	- 0,40 m
30.12.59	29,30 m	- 1,30 m	20,40 m	- 1,10 m

+ Für die Überlassung der aufgeführten Daten danke ich dem Wasserwart der Gemeinde Hausham, Herrn Haberländer.

Auch hier also liegen im Zeitraum vom 1.9.59 bis zum 30.12.59 maximale Grundwasserstandsschwankungen von 8,90 m im Nordgraben bzw. 9,10 m beim Molkereibrunnen vor. Der fast gleiche Schwankungsbetrag weist darauf hin, daß beide Brunnen im gleichen Grundwasserleiter stehen.

Am 16.3.1970 und 10.4.1970 wurden in Zusammenarbeit mit den Wasserwerken München synchrone Wasserspiegelmessungen in allen drei Brunnen und in der Aufschlußbohrung Wallenburg durchgeführt. Zur Zeit der Messungen wurde aus dem Nordgraben und dem Molkereibrunnen nicht gefördert, während aus Brunnen 3 bei Haidmühl konstant 4 l/sec. entnommen wurden.
Im Brunnen 3 Haidmühl wurde in dem kurzen Zeitraum ein Anstieg von 3,60 m, im Molkereibrunnen von 4,10 m, im Nordgraben von 3,80 m und in der Bohrung Wallenburg von 4,20 m gemessen.
Auch die Ergebnisse dieser Messungen bringen die großen Schwankungen des Grundwasserspiegels im Schlierachtal zum Ausdruck und zeigen, daß die Brunnen in Haidmühl und Miesbach im Süden und Wallenburg im Norden in ein und demselben Grundwasserstrom stehen (s.Abb. 8). Wahrscheinlich sind diese beträchtlichen Grundwasserspiegelschwankungen nicht nur auf direkt versickernde Niederschläge im Einzugsgebiet, sondern auf auf eine zeitweilige stärkere Infiltration der Schlierach und damit auch eine schnelle Beeinflußung des Grundwasserstandes zurückzuführen. Zu einer genaueren Beantwortung dieser Frage wären allerdings Abflußmessungen bei unterschiedlichem Abfluß der Schlierach erforderlich.

Alle Brunnen, also die von Haidmühl im Süden über Miesbach bis Wallenburg im Norden liegen im Bereich eines und desselben Grundwasserstromes, der im Schlierachgebiet von Süden nach Norden fließt und von Wallenburg aus nach Nord-Westen dem Thalhamer-Kessel zuläuft.

Diese Auffassung wird durch chemische Untersuchungen, die von den Wasserwerken München am 16.3.1970 und 7.4.1970 durchgeführt wurden, und die für alle Brunnen die gleiche chemische Charakteristik im Sinne ein und desselben Grundwassertyps ergaben, gestützt.

3.3.3.2. Grundwasserentnahmen und Grundwasserstandsschwankungen im südlichen Mangfallgebiet.

Im Mangfalltal wird die am Tegernseeausfluß liegende Gemeinde Gmund von einem Brunnen versorgt, der bei Angerl - Weber im Tertiär der Haushamer Mulde steht (R 82,88; H 89,90). Die mittlere Förderleistung des 26 m tiefen Brunnens,der bei 22 m nach Durchteufen einer Seetonschicht einen artesischen Überlauf von 0,5 l/sec. aufwies, beträgt bei einer Absenkung von 6,85 m,5,5 l/sec. Außer dem Brunnen in Angerl - Weber wird Gmund noch von 4 Quellen versorgt, von denen zwei im Moränengebiet am Nord-Westende des Tegernsee's und zwei im Tertiär bei Ostin liegen. Die Gesamtschüttung der Quellen beträgt ca. 20 l/sec.

Die Kläranlage Rainmühle und die ca. 500 m nördlich gelegene Papierfabrik Luisental werden von Hangquellen versorgt, die östlich der Mangfall über sandigen Gesteinen der Faltenmolasse austreten und 0,5 bzw. 0,7 l/sec. schütten. Es handelt sich hierbei

um vereinzelte, über dem sandig-mergelig ausgebildetem Tertiär austretende Quellen, die an Klüfte bzw. Störungen - im vorliegenden Fall an die Störungslinie zwischen Haushamer- und Mariensteiner Mulde (s.S. 10) - gebunden sind.

Die Papierfabrik Müller am Baum sowie die auf der rechten Hangschulter liegende Siedlung Wachlehen östlich der Fabrik, haben eigene Quellversorgungen aus dem Mangfalltal bzw. aus dem östlich gelegenen Altmoränengebiet.

Westlich der Mangfall wird die Gemeinde Dürnbach mit den dazugehörenden Siedlungen Festenbach und Finsterwald von einem Brunnen versorgt, der an der Straßenkreuzung in Schmerold steht. Der Brunnen liefert bei nur 0,42 m Absenkung 85 l/sec. und versorgt zusätzlich die nördlich gelegenen Ortschaften Wall und Bernloh. Die Tertiäroberkante liegt beim Brunnen an der Straßenkreuzung in Schmerold bei 68 m unter Flur und der Grundwasserspiegel 670, 30 m über NN. Er liegt rund 19 m tiefer als der Wasserspiegel der Mangfall beim 1 km östlich gelegenen Pegel Schmerold (689, 32 über NN Mittelwert von 1951 - 1960) Schirm (1968). Westlich des Brunnens wurden in Dürnbach drei Bohrungen niedergebracht, die lediglich Sickerwasser antrafen, und die die hier mergelige Tertiäroberkante schon bei 39 m, 43 m und 40 m erreichten. Östlich der Bohrung wurde die mergelige Tertiäroberkante in Talmühl bei 5 m erreicht und auch bei den südlich Müller am Baum stehenden Erdölbohrungen Fb 49 (R 83, 87; H. 93,53) und bei Fb 65 (R 83, 74; H 93,46) liegt sie schon bei 5,20 m bzw. 9,80 m unter Flur. Aufgrund des ansteigenden, mergelig ausgebildeten Tertiärs sowohl westlich

als auch östlich des Brunnens ist festzustellen, daß in Schmerold eine Tiefenrinne erbohrt wurde, in der neben der Mangfall ein Grundwasserstrom fließt, der das Tegernseegebiet entwässert und sich nach Nord-Osten in Richtung Thalhamer-Kessel bewegt. (Schirm (1968) kam aufgrund ähnlicher Überlegungen zu der gleichen Auffassung.

Nördlich Müller am Baum erreichen die Glazialschotter beiderseits der Mangfall wieder beträchtliche Mächtigkeiten. Im Westen ist das vermergelte Tertiär in der Erdölbohrung MF 16 in Wall bei 79 m und in der Bohrung F 25 (R 82, 8; H 94,3) bei 43 m unter Flur angetroffen worden.
Östlich der Mangfall schwankt die Mächtigkeit der Kiessande in der Bohrung MF 13 (R 84,6; H 94,4) im Süden und der Bohrung F 9 (R 84, 8; H 94,9) im Norden zwischen 44 und 27 m.

Da keine Wasserspiegelmessungen in den Bohrungen vorgenommen wurden, lassen sich über den genauen weiteren Verlauf des bei Schmerold erbohrten Grundwasserstromes nur schwerlich exakte Angaben machen. Er kann sich aufgrund der geologischen Gegebenheiten sowohl östlich als auch westlich der Mangfall in den anstehenden Kies-Sanden nach Norden bewegen. Wahrscheinlich wird der Grundwasserstrom jedoch westlich der Mangfall nach Norden fließen, weil dort die stauende mergelige Tertiäroberkante im Mittel erheblich tiefer liegt.

Das Gebiet zwischen Mangfall und Schlierach, von älteren Autoren häufig als Mangfall-Schlierach-Dreieck bezeichnet, ist wasser-

wirtschaftlich nur von geringer Bedeutung. Der Südteil des Gebietes gehört zur Einheit der Haushamer-Mulde, deren Gesteine aufgrund ihrer vorwiegend merglig-tonigen, oft Sandstein führenden Ausbildung kaum Grundwasser führen. Weiter nördlich stehen im Untergrund relativ hoch im Liegenden von Altmoränen die Einheiten der Segenhauser - Zone und der Miesbacher-Mulde an, deren Gesteine aufgrund ihrer tonig-mergeligen Ausbildung ebenfalls kaum Grundwasser führen.

In den über den tertiären Einheiten anstehenden Moränen kommt es nur dort zu vereinzelten, wenig ergiebigen Grundwasservorkommen, wo die aus Kies-Sanden aufgebauten Moränen größere Mächtigkeiten aufweisen. So wurde in der Bohrung Ratzenlehen (R 85,40; H 93,24), wo man 13 m mächtige Kies-Sande durchteufte und der Ruhewasserspiegel bei 6,30 m unter Flur lag, ein 32 stündiger Pumpversuch gefahren, der selbst bei einer Absenkung von 12 m lediglich 0,08 l/sec. erbrachte. Ähnliche Verhältnisse traf man bei der Bohrung Riedl (R 81,71; H 91,00) an, wo die Schotter immerhin 35 m mächtig sind. Bei einem 35 Stunden dauernden Pumpversuch lag die Ergiebigkeit hier nur bei 0,3 l/sec.; über die Absenkung liegen keine Daten vor.

Die Bauernhöfe im Gebiet zwischen Mangfall und Schlierach haben meist eigene Grundwasserförderungen durch Widder von über dem mergelig ausgebildeten Tertiär austretenden Quellen, die jedoch nur vereinzelt größere Schüttungen aufweisen, um mehrere Höfe gemeinsam versorgen zu können.

3.4. Die hydrogeologische Funktion des Taubenbergs.

Der Taubenberg trennt zwei Grundwasserströme; einer fließt nördlich und einer südlich an ihm vorbei. Beide treten jeweils am linken Mangfallhang aus, wo sie einmal bei Mühltal und sodann bei Gotzing von den Wasserwerken München gefaßt sind. (s.Beilage 5)

Stephan (1966) vermutet südwestlich von Bernloh einen südlichen Ausläufer des Taubenbergs, der eine nordsüdlich verlaufende unterirdische Wasserscheide bilden soll.

Ein östlicher Ausläufer des Taubenbergs, der sogenannte Fendberg, erstreckt sich quer durch das Mangfalltal in Richtung Stürzelham und bewirkt einen schnellen Anstieg des stauenden mergelig - sandigen Tertiär's im Untergrund des Mangfalltal's, der von erheblicher Bedeutung für das große Grundwasserdargebot im Thalhamer-Kessel ist (Lebling 1953).

Das Taubenberggebiet selbst ist für die Grundwasserneubildung nur für seine nähere Umgebung von Bedeutung, da es ebenso wie die Haushamer-Mulde im Süden in erster Linie oberirdisch entwässert wird. Lediglich seine untergeordnet ausgebildeten Konglomerate führen Wasser, während die Mergel und Sandsteine grundwasserfrei sind. Die Wasserführung der Konglomerate ist jedoch so groß, daß sie für die Versorgung der Gehöfte und Einzelanwesen, die in der Regel eigene Flachbrunnen haben, ausreicht. Eigene Quellversorgung

vom Taubenberg besitzen außerdem die an der Nord - bzw. Nordwest-Flanke gelegenen Siedlungen Schmidtham, Draxelalm und die Gemeinde Warngau.

3.5. Der Thalhamer Kessel.

3.5.1. Geologische Verhältnisse.

Mit dem Zusammenfluß von Mangfall und Schlierach erweitert sich das Mangfalltal zum Thalhamer-Kessel; seine größte Nord-Süd-erstreckung geht vom Pegel 28a im Süden bis zum Pegel 4b im Norden und sie beträgt 2,7 km. Seine größte ost-westliche Ausdehnung liegt mit ca. 900 m auf der Höhe der Pegelreihe 14 (s.Abb. 17).

Die westliche Talflanke wird bis zum Bahnhof Thalham von der 20-30 m mächtigen Mangfallniederterrasse aufgebaut und nördlich davon reicht der Taubenberg mit seinen Konglomeraten bis ins Tal hinein.

Die östliche Talflanke ist zwischen Reisach und Thalham als eine breite, mächtige, der Siedlung Pienzenau vorgelagerte Schotterterrasse ausgebildet. Sie ist an den Talhängen stellenweise zu Nagelfluh verfestigt. Von Thalham aus nach Norden bis Stürzelham treten von Osten her die Moränen des Inntalgletschers nahe an das Mangfalltal heran, sodaß hier die Terrassenschotter flächenmäßig wesentlich kleiner sind, als im Gebiet zwischen

Reisach und Thalham. Die Ausbildung der östlichen Talflanke weist neben Nagelfluh stellenweise auch stauende Ton- bzw. Schlufflagen auf,und sie ist auch durch feineres Korn der Kiese gekennzeichnet. Bei diesen Ablagerungen handelt es sich um interglaziale Serien im Sinne Lebling's (1953).

Die Talfüllung selbst wird vom Pegel 28a im Süden bis zum Pegel 7b im Norden vorwiegend von 10 -20 m mächtigen Mittel - Grobkiesen aufgebaut. Nördlich des Pegel 7b nimmt die Mächtigkeit der Kiese stetig ab,und am Talausgang beträgt sie nur noch ca. 3 m (s.Abb. 9).

Im Hangenden der Mittel-Grobkiese stehen beim Pegel 28a rund 8 m mächtige lettige Kiese an, die sich nach Norden hin fortsetzen und beim Pegel 10b ausdünnen. Die lettigen Kiese treten auch im Liegenden der Mittel - Grobkiese auf, wo sie beim Pegel 17b erbohrt wurden und sich mit stark schwankenden Mächtigkeiten nach Norden hin bis zum Pegel 7b verfolgen lassen. Die Verbreitung bzw. Mächtigkeitsangaben der lettigen Kiese erfolgte nicht allein aus den Ergebnissen der im Talbereich stehenden Bohrungen, sondern auch noch aufgrund seismischer Untersuchungen, die im Thalhamer - Kessel im Auftrag der Wasserwerke München durchgeführt wurden.

Das Liegende der kiesigen Talfüllung wird von tertiären Flinzmergeln gebildet.Die Tertiäroberkante im Untergrund fällt vom Pegel 28 a im Süden bis zum Pegel 10b im Norden stetig ab. Nördlich des Pegel's 10b hebt sich jedoch der stauende, mergelige,

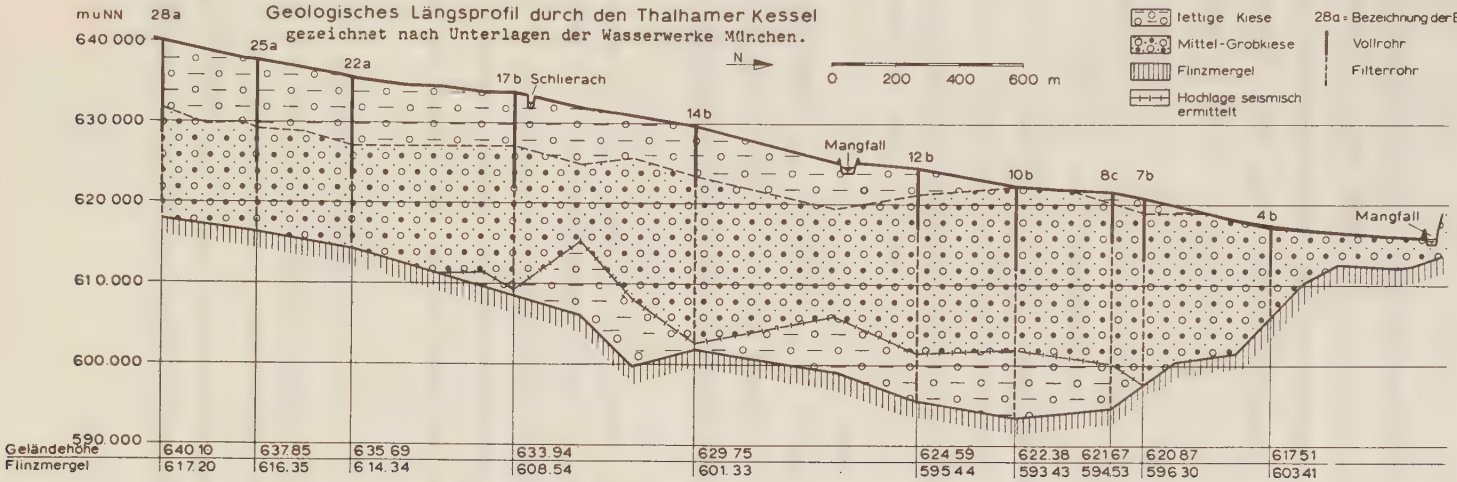

m ü NN
28a
Geologisches Längsprofil durch den Thalhamer Kessel
gezeichnet nach Unterlagen der Wasserwerke München.
N
0 200 400 600 m
lettige Kiese
Mittel-Grobkiese
Flinzmergel
Hochlage seismisch ermittelt
28a = Bezeichnung der Bohrung
Vollrohr
Filterrohr
640 000
630 000
620 000
610.000
600.000
590 000
25a
22a
17b Schlierach
14b
Mangfall
12b
10b
8c
7b
4b
Mangfall
Geländehöhe 640 10 637.85 635 69 633.94 629 75 624 59 622.38 621.67 620.87 617.51
Flinzmergel 617.20 616.35 614.34 608.54 601.33 595 44 593 43 594.53 596 30 603 41

Abb. 9

tertiäre Untergrund zunächst langsam, dann aber sehr rasch heraus, um am Ende des Thalhamer-Kessels schon rund 3 - 4 m unter Flur anzustehen.

Der schnelle Anstieg der stauenden, mergeligen, ungefalteten Molasse kommt daher, daß ein östlicher Ausläufer des Taubenberg's (s.S. 75) das Tal quert. Dies wiederum hat zur Folge, daß nördlich des Pegels 4b am Nordende des Thalhamer-Kessels nur noch eine geringe Grundwassermächtigkeit auftritt.

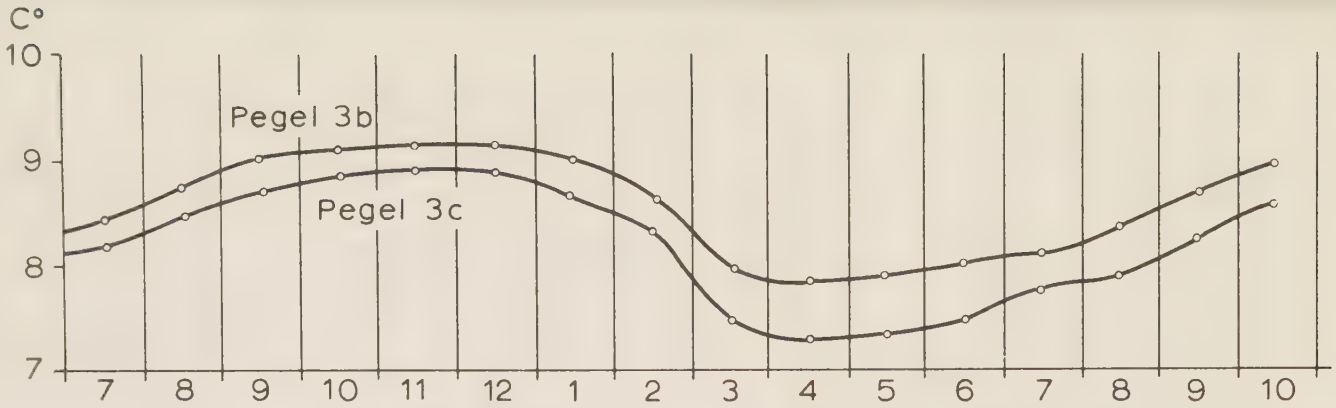
3.5.2. Hydrogeologische Verhältnisse.

Im Thalhamer-Kessel laufen drei Grundwasserströme zusammen und bewirken einen beträchtlichen Grundwasserreichtum in dem relativ kleinen Gebiet. Von Süd-Osten mündet der Grundwasserstrom aus dem Schlierachgebiet in den Kessel (s.S. 71), während von Süd-Westen der aus dem Tegernseegebiet kommende Grundwasserstrom zufließt (s.S. 73). Einen dritten Grundwasserzufluß erhält der Thalhamer - Kessel südlich von Reisach durch den Grundwasserbegleitstrom der Mangfall, der hier früher als Kaltenbachquelle austrat und heute in den Reisacher Schächten gefaßt ist (Traub 1959).

Beim Bau des Hauptsammelschachtes von Reisach wurde nördlich der alten Kaltenbachquelle eine von Westen ins Tal hineinziehende mergelige, lettige Erhebung im Untergrund angefahren, die den Talkessel im Vertikalprofil hydraulisch verengt, und das Quellgebiet des Kaltenbach's bedingt. Die Schüttung der Quelle, die in flachen Geländevertiefungen als Stauquelle aus dem Talboden trat,

betrug nach Thiem (1876) im Minimum 160 l/sec. und im Maximum 700 l/sec.

Am Nordende des Talkessel's zwischen den Pegelreihen 5 und A (s.Abb. 17) kommt es, hervorgerufen durch das Ansteigen des mergeligen Tertiär's im Untergrund, zu Quellaustritten, deren Anzahl mit der Jahreszeit, d.h. mit dem jeweiligen Grundwasserstand im Thalhamer-Kessel, wechselt. Über das hydrologische Jahr gesehen laufen im Durchschnitt drei Quellen, die als Haidebäche bezeichnet werden und westlich der Mangfall austreten. Zu Zeiten der Schneeschmelze treten bis zu 6 Quellen auf. Bei den Haidebächen, die eine mittlere Schüttung von 690 l/sec. aufweisen (s.S. 52), handelt es sich nicht allein um einen Austritt des im Talkessel von Süden nach Norden fließenden Grundwasser's sondern ihre Speisung erfolgt auch aus dem Hanggebiet des westlich liegenden Fendberg's. Gestützt wird diese Auffassung durch Grundwasserfließrichtungsmessungen (s.S. 109) und durch Temperaturmessungen, die in den Pegelreihen 3,4,5 und 6 vom Juli 1969 bis Oktober 1970 durchgeführt wurden. Die Temperaturmessungen, die als Ganglinien in Abb. 1o und Abb. 11 wiedergegeben sind, zeigen im Zusammenhang mit der Lage der einzelnen Pegel (s.Abb. 17), daß die Temperatur des Grundwassers von Westen nach Osten also vom Fendberg zur Mangfall hin ansteigt. Während die Temperaturen des Grundwassers in den am Hangfuß des Fendbergs stehenden Pegeln 6b, 5e und 4d im Durchschnitt bei 7°C liegen, steigen sie in den östlich gelegenen Pegeln kontinuierlich an, bis sie bei den in der Talmitte stehenden Pegeln 5b und 4b durchschnittlich bei 9°C liegen. Es ist im Bereich von Thalham-Nord also offensichtlich so, daß neben dem von Süden kommenden wärmerem



Temperaturganglinien der Pegel 3b und 3c von Juli 1969 bis Oktober 1970

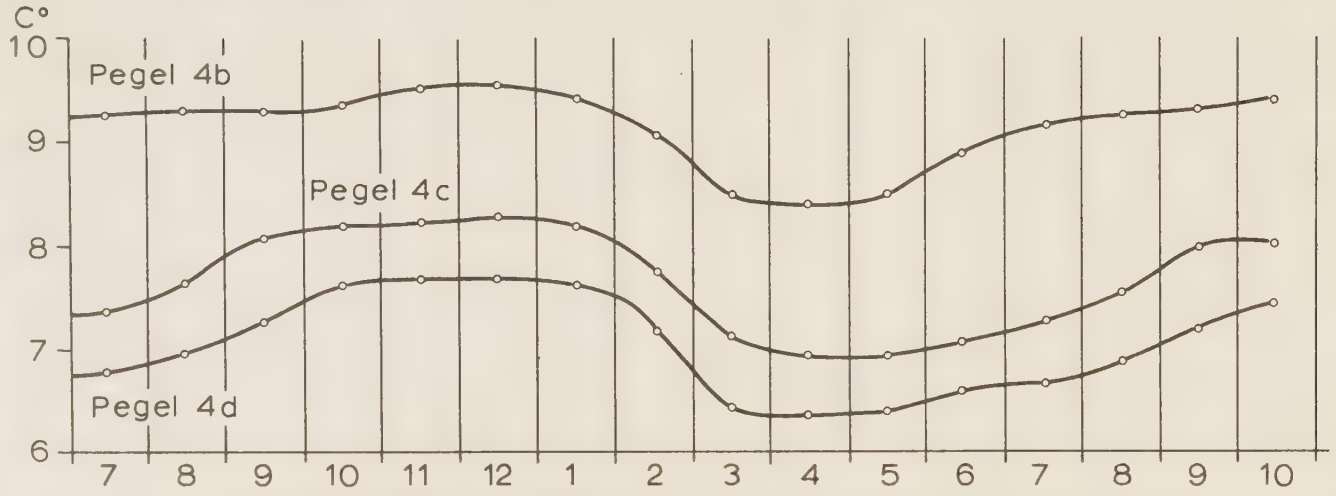
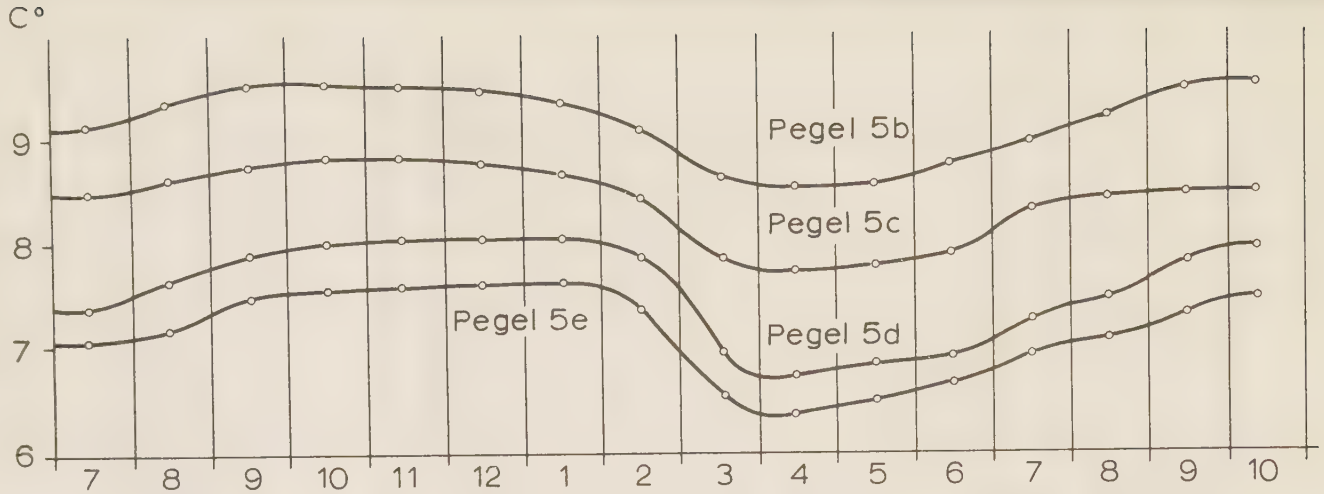


Abb. 1o Temperaturganglinien der Pegel 4b, 4c und 4d von Juli 1969 bis Oktober 1970

Grundwasser eine zusätzliche unterirdische Einspeisung von kälterem Grundwasser in die Talfüllung vom westlichen Fendberg her erfolgt, die sich mit dem im Talbereich fließenden Grundwasserstrom vereinigt. Beide Grundwasserströme mischen sich und treten bedingt durch das ansteigende, stauende, mergelige Tertiär im Untergrund (s.S. 75) in Form der Haidebäche, die oberhalb des Pegels 3b eine mittlere Temperatur von 9°C aufweisen, aus dem Talboden aus.

Östlich Gotzing fließt dem Thalhamer-Kessel Grundwasser zu, das nicht wie die bisher genannten Grundwasservorkommen unmittelbar in die Schotterfüllung des Thalhamer-Kessel's strömt, sondern als Hangquellen über dem nach Süd-Westen ansteigenden, mergelig ausgebildeten Tertiär aus der westlichen Niederterrasse austritt. Diese ehemaligen Gotzinger Hangquellen, die auf einer Nord-Süderstreckung von rund 500 m aus dem Hang austraten, sind seit 1899 von den Wasserwerken München vollständig gefaßt und schütten durchschnittlich 900 l/sec. (s.Abb. 12). Die Fassung der Gotzinger Hangquellen erfolgte durch 5 Stollen, die zunächst durch Niederterrassenschotter, danach auf dem mergeligen ansteigenden Tertiär nach Westen in den Hang getrieben wurden. Vier von ihnen sind an ihren Enden durch einen Querstollen verbunden.

Über den genauen Verlauf des unterirdischen Einzugsgebietes der Gotzinger Quellen läßt sich nichts aussagen. Wir wissen auch nicht ob die Fassungen von einem zusammenhängenden Grundwasserstrom gespeist werden oder ob sie, wie Haber (1959) aufgrund der verschiedenen Quellaustritte vermutet, von mehreren Grundwasserströmen gespeist werden. Die zur Verfügung stehenden hydrologischen



Temperaturganglinien der Pegel 5b, 5c, 5d und 5e von Juli 1969 bis Oktober 1970

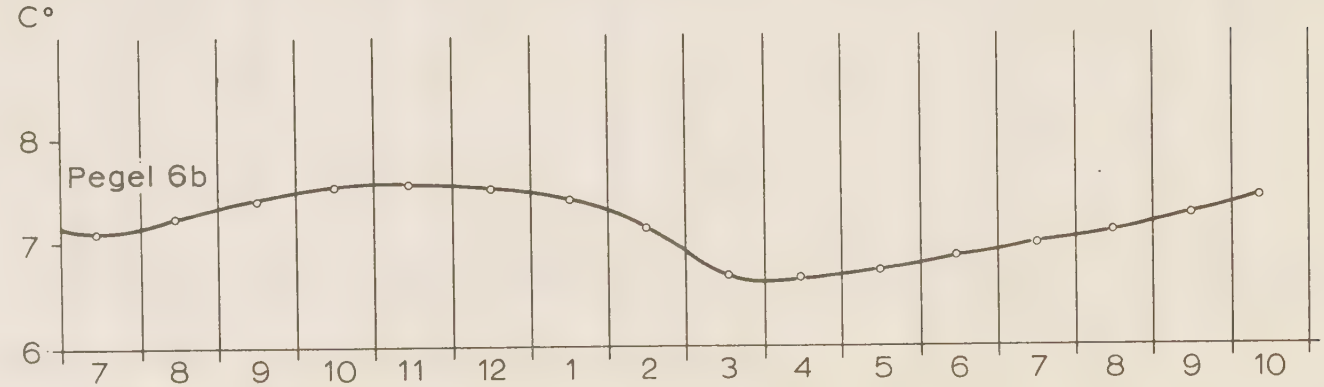


Abb. 11 Temperaturganglinie des Pegels 6b von Juli 1969 bis Oktober 1970

Aufschlüsse reichen zur Beantwortung dieser Fragen nicht aus.

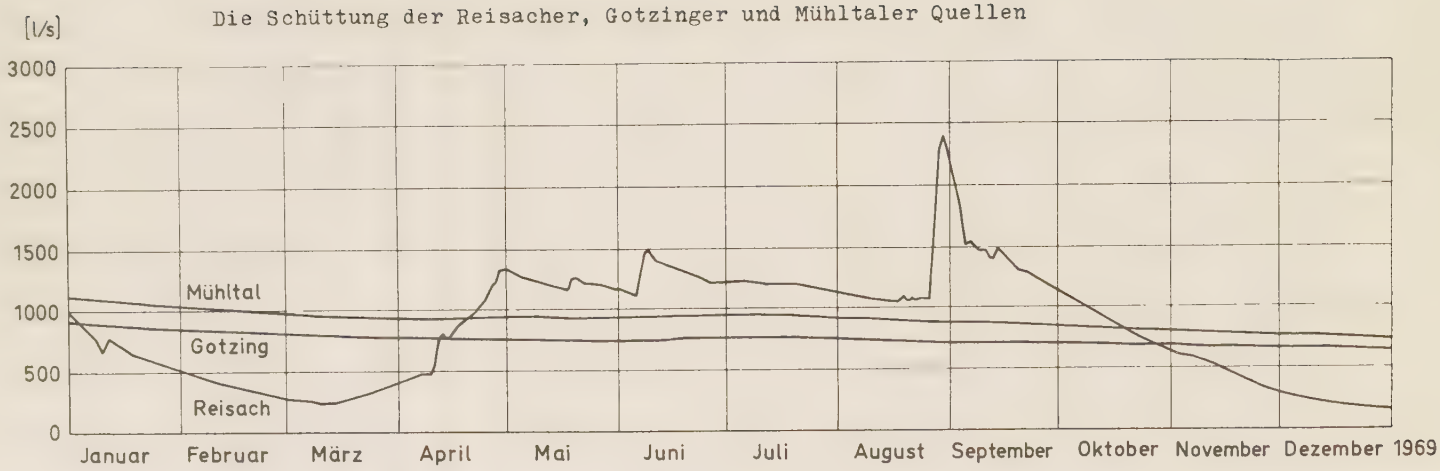
Aufgrund der langjährigen Schüttung der Gotzinger Hangquellen von Q = 900 l/sec., die nur geringe jahreszeitliche Schwankungen aufweist (s.Abb. 12), und aufgrund einer mittleren Grundwasserneubildung von R = 23,8 l/sec. km^2 - unter Vernachlässigung eines Oberflächenabflusses - ergibt sich ein unterirdisches Einzugsgebiet (E) von $\frac{Q}{R} = E$

$$E = \frac{900}{23,8} = 37,8 \text{ km}^2$$

Dieser verhältnismäßig kleine unterirdische Einzugsbereich bei der hohen Schüttung ist verständlich, wenn man bedenkt, daß mit den 23,8 l/sec. km^2 auch eine sehr hohe mittlere Grundwasserneubildung innerhalb der Kies-Sande im Einzugsgebiet gegeben ist.

Mit Sicherheit wird der größte Teil des in den Gotzinger Hangquellen gefaßten Grundwassers aufgrund der nach Nord-Osten geneigten Tertiäroberfläche im Untergrund von Süd-Westen her zuströmen. Dabei begrenzt der Taubenberg als nördlich aufragende Barriere den relativ schmalen Quellgürtel im Norden.

Zu einem weiteren Hangquellaustritt aus der westlichen Niederterrasse kommt es oberhalb des Stollen Gotzing I über einem Lettenhorizont. Die Quelle, die eine Schüttung von 2 l/sec. aufweist, wurde auch von dem Wasserwerk München gefaßt und versorgt den Betriebshof in Unterthalham.



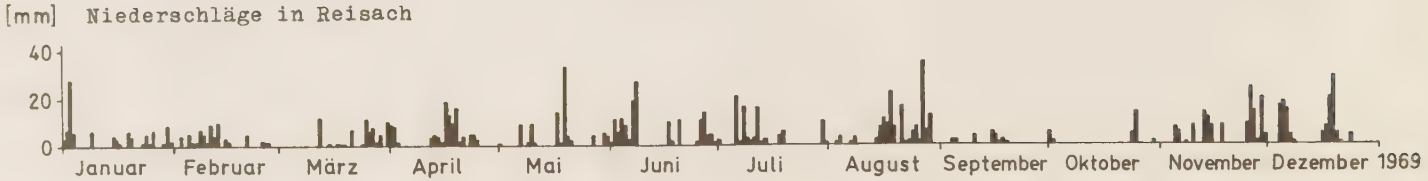


Abb.12 , gezeichnet nach Unterlagen der Wasserwerke München.

Am Osthang des Mangfallthals im Thalhamer Kessel tritt ungefähr 15 m über der Talsohle ein Quellhorizont auf, der ca. 500 m südlich Thalham beginnt und sich durch fortwährende kleine Quellaustritte nach Norden bis Stürzelham verfolgen läßt (S. Abb. 1). Die größeren der Quellen, die eine Gesamtschüttung von rund 50 l/sec. aufweisen, sind heute gefaßt. Sie versorgen die Ortschaften Neukirchen, Stürzelham, Oberthalham und Groß-Pienzenau. Die Siedlung Klein-Pienzenau bezieht ihr Wasser in erster Linie von einer Schichtquelle, die über einem Lettenhorizont einer Moräne östlich des Dorfes austritt. Im Bedarfsfall wird jedoch auch Klein-Pienzenau von dem Quellhorizont am rechten Mangfallhang über der Mangfallsohle mit versorgt. Das Herkunftsgebiet für das Quellwasser am östlichen Mangfallhang dürften aufgrund der Höhenlage der Quellen - sie liegen etwa 15 m über der Talsohle - kiesige, wasserführende Einschaltungen innerhalb der Moränen des Inntalgletschers, die hier bis an den Talrand reichen, sein.

Im Vergleich zu den enormen Grundwasserzuflüssen im Thalhamer-Kessel tritt der Anteil an Oberflächengewässern stark zurück. Neben dem Farnbach laufen nach starken Regenfällen noch einige kleinere Bäche dem Talbereich von Westen zu, während von Osten lediglich der sogenannte Schwindbach zufließt, der bei Pienzenau entspringt und beim Pegel 16a in das Tal mündet. Der Schwindbach führt auch nur nach anhaltenden Regenfällen bzw. während der Schneeschmelze Wasser, das jedoch vor Erreichen der Mangfall schon in den talfüllenden Kiesen versickert.

3.5.3. Grundwasserchemismus und Grundwasserentnahmen.

Der Thalhamer-Kessel wurde als Grundwassergewinnungsgebiet schon früh erkannt und nach der Gotzinger Hangquellfassung im Jahr 1899 wurde 1912 die schon mehrfach erwähnte "Reisacher Quellfassung" fertiggestellt (s.Abb. 17). Bei der Reisacher Grundwasserfassung handelt es sich um ein Freispiegelwerk, das vier horizontale Sickerstränge mit einer Gesamtlänge von 1906 m in die Großkiese vortreibt. Die vier Sickerstränge, die in einem Sammelschacht einmünden, wurden in ca. 9 m unter Geländeoberkante angelegt. Das gefaßte Wasser braucht auf diese Weise nicht gehoben zu werden; es fließt in natürlichem Gefälle nach München. Die langjährige mittlere Ergiebigkeit der Reisacher Fassung, die starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist (s.Abb. 12), beträgt 1360 l/sec. Wiederum aufgrund einer mittleren Grundwasserneubildung von R = 23,8 l/sec. ergäbe sich demnach ein unterirdisches Einzugsgebiet von

$$E = \frac{1360}{23,8} = 57,1 \text{ km}^2$$

Dieser Wert ist jedoch nur von theoretischer Bedeutung, wenn man bedenkt, daß die Reisacher Fassung von Grundwasservorkommen gespeist wird, die aus dem Gebiet des Tegernsees und des Schliersees kommen und sich in relativ schmalen, linear verlaufenden, in den tertiären Untergrund eingeschnittenen Rinnen bewegen (s.S. 93). Die errechnete große flächenhafte Ausdehnung des Einzugsgebietes des in Reisach gefaßten Wassers ist demnach kaum zutreffend.

Der mangfallnahe Speisekanal IV mußte 1965 zugemauert werden, da er in zu hohem Maße von bakteriologisch nicht einwandfreiem Mangfallwasser beeinflußt wurde. Die unterschiedliche Härte des in den drei übrigen Sickersträngen gefaßten Wassers deutet darauf hin, daß in jedem von ihnen vorwiegend einer der drei von Süden kommenden Grundwasserströme gefaßt wird. In Tabelle 4 sind die mittleren Ergebnisse aus den einzelnen Sickersträngen von jeweils 12 Analysen, die von Wasserproben stammen, die in der Zeit vom 9.4.1970 bis 31.8.1970 entnommen worden, nebeneinandergestellt.

Tabelle 4

Geprüfte Anteile	Sickerstrang I	Sickerstrang II	Sickerstrang III
$KMnO_4$	1,2 mg/l	1,5 mg/l	1,5 mg/l
Cl'	5,1 "	4,8 "	4,5 "
NO_3'	7,0 "	4,9 "	4,7 "
gebundene Kohlensäure	126,2 "	108,1 "	110,1 "
Karbonathärte	15,9 °dH	13,4 °dH	14,0 °dH
Gesamthärte	17,5 "	15,0 "	15,5 "
Nichtkarbonathärte	1,6 "	1,6 "	1,5 "

Im östlich gelegenen Sickerstrang I wird in erster Linie der aus dem Schlierachgebiet kommende Grundwasserstrom gefaßt, der bei einer jährlichen Temperaturschwankung zwischen 8,8° C - 9,4° C die größte Härte aufweist.

Der geringe Härtegrad des im Sickerstrang II gefaßten Wassers weist darauf hin, daß hier vorwiegend der von Oberflächenwasser beeinflußte Grundwasserbegleitstrom der Mangfall gefaßt wird (s.S. 78). Neben dem geringen Härtegrad ist das Wasser von Sickerstrang II durch eine stärkere Temperaturschwankung zwischen 8,5° C bis 10,4° C gekennzeichnet, wobei das Maximum im Sommer auftritt. Traub (1957) schließt aus dieser Temperaturverschiebung auf eine längere Verweildauer des Wassers im Untergrund und ist der Meinung, daß bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von 28 m pro Tag schon vier bis fünf km stromaufwärts eine Infiltration von Mangfallwasser in das Grundwasser erfolgt.

In dem westlich gelegenen Sickerstrang III wird das von Süd-Westen aus dem Tegernseegebiet zufließende Grundwasser gefaßt, das sich chemisch schon im Pegel 28a nachweisen läßt und einen mittleren Härtegrad aufweist, der zwischen dem der beiden anderen Grundwasserströme liegt. Die mittlere jährliche Temperatur des im Sickerstrang III gefaßten Wasser's schwankt zwischen 8,7° C und 9,5° C.

Bei einer zusammenfassenden Betrachtung des zur Verfügung stehenden Analysenmaterials ist festzuhalten, daß das Grundwasser im Thalhamer-Kessel, obwohl es in den Sickersträngen unterschiedliche Härtegrade zeigt, doch einen einheitlichen Chemismus aufweist, und daß es zu den "Kalkschotterwässern" im Sinne Gerb's (1958) gehört.

Nach der Grundwasserfassung Reisach wurde 1949 rund 800 m nördlich das Förderwerk Thalham-Süd fertiggestellt (s.Abb. 17), das eine Galerie von 5 vollkommenen Vertikalbrunnen umfaßt, von denen jeder eine Tiefe von ca. 22 m erreicht. Die Brunnen I bis IV liegen in einer etwa süd-west nord-ost verlaufenden Linie östlich der Mangfall, während der Brunnen V nördlich dieser Linie auf der westlichen Mangfallseite liegt (s.Abb. 17). Die maximale Förderleistung der Brunnengruppe Thalham-Süd beträgt 500 l/sec. ,während die Dauerleistung bei 480 l/sec. liegt. Bei länger anhaltendem Pumpbetrieb im Brunnen I, der,wie aus dem mittleren Gesamthärtegrad von 16,3 °dH von 10 Analysen aus den Jahren 1969 und 1970 hervorgeht, vorwiegend den Grundwasserstrom aus dem Schlierachtal erfaßt, stellte sich allerdings heraus, daß der Grundwasserspiegel im Sickerstrang I von Reisach absinkt. Es werden deshalb, wenn in Thalham-Süd gefördert wird, die einzelnen Brunnen wechselweise eingeschaltet, um die Schüttung des Sickerstranges I in Reisach nicht zu beeinträchtigen.

Auffallend ist die Tatsache, daß nicht nur im Brunnen I vorwiegend der Grundwasserstrom aus dem Schlierachgebiet gefaßt wird, sondern daß auch der Brunnen IV hauptsächlich e i n e n der drei Grundwasserströme, nämlich den aus dem Tegernseegebiet kommenden, erfaßt. Dies geht aus 10 Analysen, die von Wasserproben stammen, die in den Jahren 1964 und 1965 entnommen wurden und einen mittleren Härtegrad von 15,5 °dH aufwiesen, hervor. Das im Brunnen V geförderte Wasser entspricht somit recht eindeutig dem im Sickerstrang III gefaßten Grundwasser's.

Die mittlere Gesamthärte des in den Brunnen II, III und IV gefaßten Wasser's liegt mit 14,1 ^{o}dH dagegen wieder niedriger als bei den Brunnen I und V und weist darauf hin, daß hier vorwiegend der weichere Grundwasserbergleitstrom der Mangfall angetroffen wird.

Es ist im Bereich von Thalham-Süd also offensichtlich so, daß trotz der Speisekanäle in Reisach, die durch ihre Drainagewirkung bestimmt schon eine gewisse Vermischung der von Süden kommenden Grundwasserströme hervorrufen, immer noch die drei Grundwasserströme auf engem Raum nebeneinander chemisch nachzuweisen sind (s.Abb. 17).

In den Jahren 1949/50 wurde ca. 700 m nördlich des Brunnen V von Thalham-Süd die Brunnengalerie Thalham-Nord errichtet, die ursprünglich sechs Brunnen umfaßte (s.Abb. 17). Die Bohrbrunnen von Thalham-Nord befinden sich schon im Bereich der im Untergrund ansteigenden, mergeligen ungefalteten Molasse (s.S. 75) und weisen Tiefen von lediglich 4 bis 8 m auf. Der südlich gelegene Brunnen I mußte, infolge Versandung, schon 1955 stillgelegt werden. Auch die anderen vier Brunnen sind heute nur noch bei Spitzenbedarf in Betrieb, da das in ihnen gefaßte Wasser aufgrund der geringen Kiesüberdeckung hygienisch nicht einwandfrei ist. Das Wasser der Brunnengruppe Thalham-Nord, die eine Dauerleistung von 620 l/sec. aufweist ohne die Galerie Thalham-Süd zu beeinflussen, müßte gechlort werden und wird deshalb von den Wasserwerken München nur bei Spitzenbedarf genutzt.

Chemische Untersuchungen ergaben, daß die Härte des Wassers in den einzelnen Brunnen keine Unterschiede aufweist und im Durchschnitt bei 15 °dH liegt. Zwischen Thalham-Süd und Thalham-Nord kommt es also zur gegenseitigen Vermischung der drei von Süden kommenden Grundwasserströme mit dem vom westlichen Fendberghang zuströmenden Grundwasser (s.S. 107). Sie sind chemisch nicht mehr von einander zu unterscheiden.

Über die Grundwasserentnahmen aus dem Thalhamer-Kessel läßt sich zusammenfassend sagen, daß mit der Hangquellfassung Gotzing eine Gesamtentnahme von ca. 3200 l/sec. beim MW möglich ist. Hierbei muß man jedoch berücksichtigen, daß zwischen den Fassungen Thalham-Süd und Reisach bei Dauerbetrieb eine gegenseitige Beeinflussung auftritt, und daß in hygienischer Hinsicht die 620 l/sec. von Thalham-Nord nicht einwandfrei sind.

Beide Mängel hätten vermieden werden können, wenn eine andere Anordnung der Fassungen gewählt worden wäre. Es wäre zweifellos günstiger gewesen, wenn man an den Endschächten von Reisach Tauchpumpen installiert hätte, die das jetzt unter den nur 9 m unter GOK liegenden Sickersträngen abfließende Grundwasser - die Mächtigkeit der grundwasserführenden Kiese unter den Speisekanälen beträgt immerhin noch ca. 12 - 13 m,bei Bedarf heben und so für eine dauernde Wasserführung der Schächte sorgen würde. Auf diese Weise könnte das häufig bei NW auftretende Trockenfallen der einzelnen Speisekanäle vermieden werden.

Wenn man außerdem die Fassung Thalham-Nord als Horizontalbrunnenanlage weiter südlich etwa auf der Höhe der Bahnstation Thalham im Bereich des tiefer liegenden Tertiär's angelegt hätte, wäre man einerseits dem oberflächennahen Wasser am Nordrand des Thalhamer-Kessel's ausgewichen und auf die Errichtung der Brunnengruppe Thalham-Süd hätte ganz verzichtet werden können.

3.5.4. Der Einfluß der Mangfall auf die Reisacher Fassung.

Auf Seite 50 wurde bereits angedeutet, daß die Grundwasserfassung Reisach durch die Ableitung der Mangfall bei Weidenau hygienisch nachteilig beeinflußt wird.

Der Einfluß der Mangfall auf die Reisacher Fassung vor dem Sommer 1964, also vor der kontinuierlichen Ableitung von 500 l/sec. (s.S. 51) über das Weidenauer Wehr in das Mangfallbett, geht aus der Abb. 13 hervor. Mit dem plötzlich auftretendem Abfluß von 1000 l/sec. im Mangfallbett Ende August 1963 stieg auch die Schüttung der Reisacher-Fassung sprunghaft auf 2500 l/sec. an (s.Abb. 13). Durch ein zweites am 7. September auftretendes Maximum des Mangfallabflusses wurde die Schüttung der Reisacher-Fassung der Mangfall jedoch schon weniger beeinflußt. Noch geringer wurde der Einfluß der Mangfall auf die Reisacher Quellen am 9. Oktober als bei einem Abfluß von über 1000 l/sec. die Schüttung in der Fassung lediglich auf 2000 l/sec. anstieg.

Abb. 14 gibt das Verhältnis zwischen Mangfallwasser und der Reisacher Fassung im 2. Halbjahr 1964 wieder, wobei ab 12. August ständig

Schüttung der Reisacher Fassung und Wasserführung der Mangfall über Wehr Weidenau von Aug. bis Dez. 1963,

gezeichnet nach Unterlagen der Wasserwerke München.

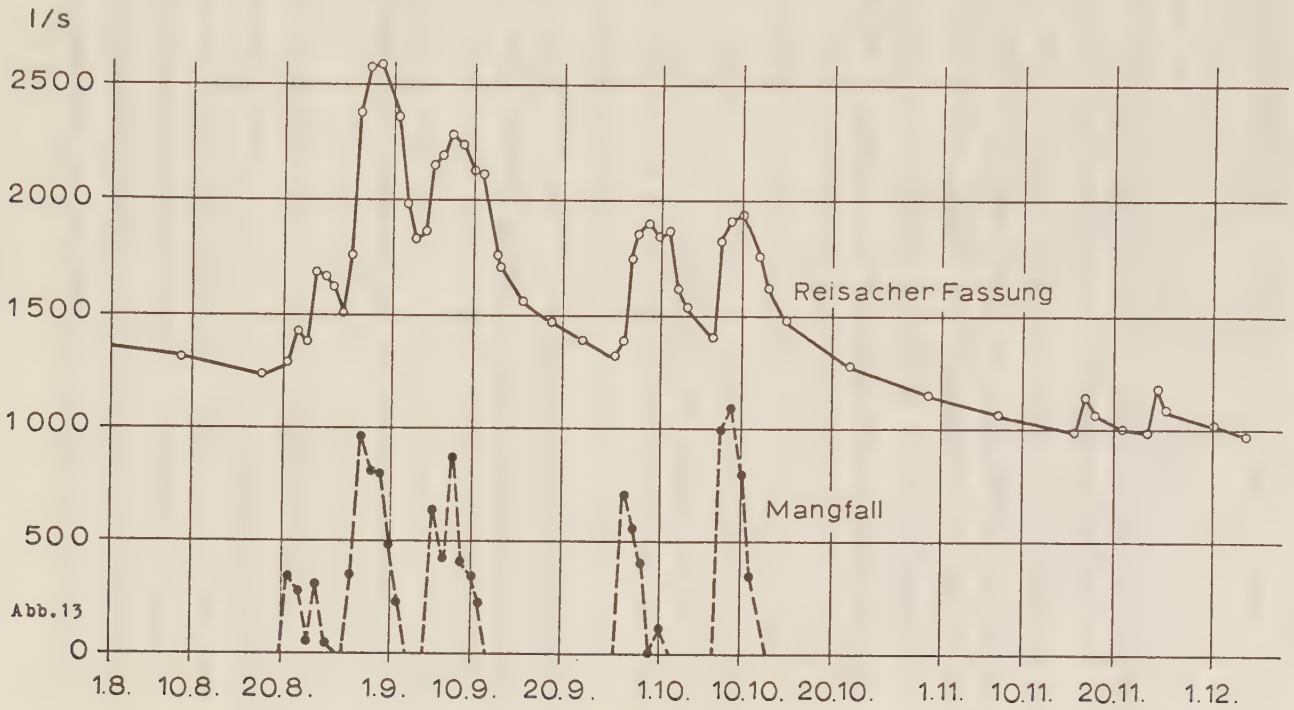


Abb. 13

500 l/sec. über das Weidenauer Wehr ins Mangfallbett geleitet wurden. Auch hier stieg die Schüttung der Reisacher Quellen anfangs schon bei einer geringen Erhöhung der Wasserführung der Mangfall sofort stark an. Je länger jedoch die Mangfall eine erhöhte Wasserführung hat, umso kleiner wird auch hier ihr Einfluß auf die Ergiebigkeit von Reisach.

Das Verhältnis zwischen Mangfallwasser und dem Quellwasser in Reisach war in den Jahren 1963 und 1964 also so, daß bei plötzlich einsetzender Wasserführung der Mangfall auch die Schüttung in der Reisacher-Fassung sofort stark anstieg. Dauerte jedoch der erhöhte Abfluß des Flußes eine Zeit lang, so wurde das Flußbett durch die schluffige Schwebefracht in kurzer Zeit immer mehr abgedichtet, und es wurde damit der Einfluß des verunreinigten Mangfallwassers auf die Reisacher Fassung immer geringer. Lediglich bei der plötzlich eintretenden weiteren starken Erhöhung des Abflußes am 20. November 1964 (s.Abb. 14) ging auch die Schüttung der Quellen in Reisach wieder sprunghaft nach oben. Offensichtlich wurde hier das gerade abgedichtete Flußbett durch die große andrängende Wassermenge wieder aufgerissen, wodurch es wiederum zu einer stärkeren Infiltration von Mangfallwasser in die Reisacher-Fassung kam.

Die 500 l/sec., die seit August 1964 ständig über das Weidenauer Wehr in das Mangfallbett geleitet werden, und die für eine permanente Dichtung im Flußbett sorgen sollten, haben die erhoffte Wirkung nicht erbracht. Aus Abb. 15 ist nämlich ersichtlich, daß zwischen Weidenau und Reisach rund 60 % der 500 l/sec. versickern. Häufig sind deshalb auch heute noch größere Abschnitte im Mangfall-

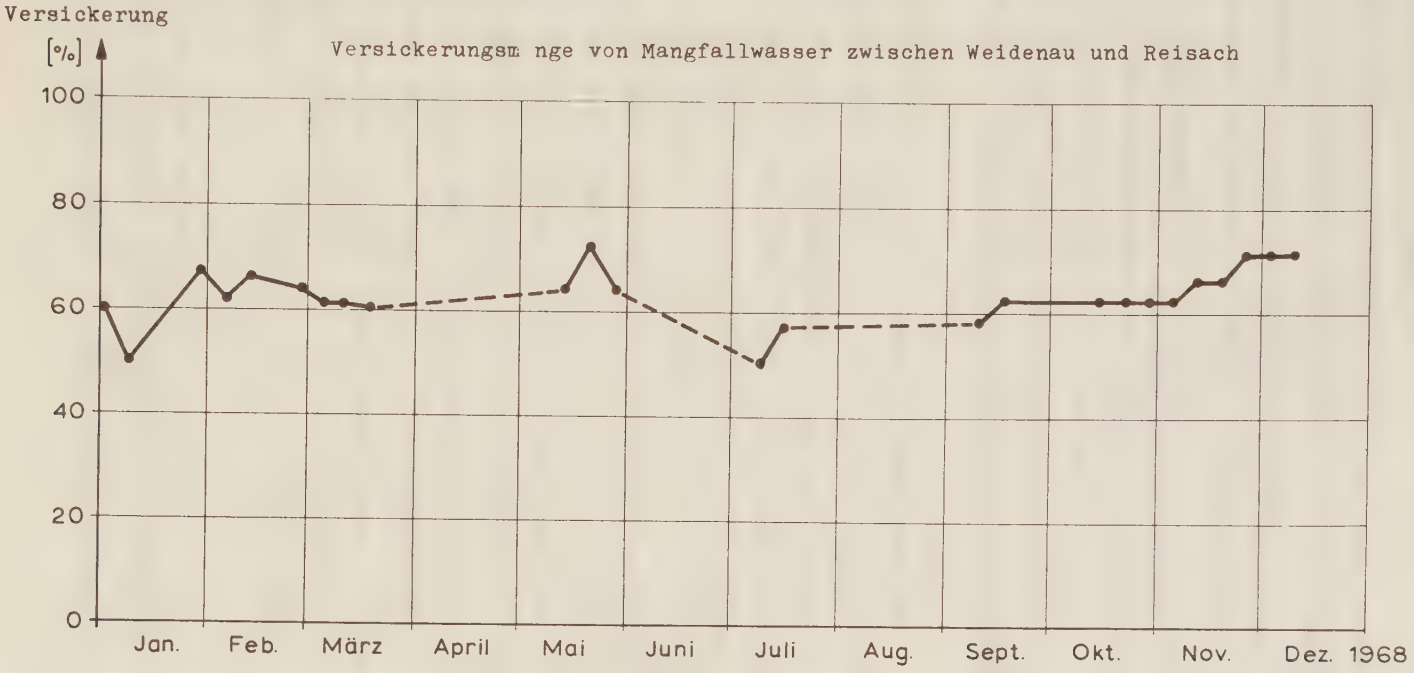


Abb.15, gezeichnet nach Unterlagen der Wasserwerke München.

Die Infiltration von Mangfallwasser in die Reisacher Fassung erfolgt sehr rasch über die Grobkiese der Talfüllung, deren Feinkorn durch die drainierende Wirkung der Sickerstränge weitgehend ausgeschlämmt wurde. Das Schwankungsregime zwischen der Mangfall und der Reisacher Fassung läßt sich also auch deutlich durch die Abfolge von chemischen Untersuchungen des in Reisach gefaßten Wassers nachweisen.
Die Härte und die elektrolytische Leitfähigkeit ändern sich bei plötzlich erhöhtem Abfluß der Mangfall anfangs sehr rasch, um nach einigen Tagen bei weiterer verstärkter Wasserführung, die zur Abdichtung des Flußbettes führt, wieder die ursprünglichen Werte zu erlangen.

Zusammenfassend ist deshalb noch einmal festzuhalten, daß die 500 l/sec., die über das Weidenauer Wehr ins Mangfallbett geleitet werden, keine dauerhafte Abdichtung des Mangfallbettes bewirken. Es wird also durch die Ableitung der Mangfall zum Seehamer See die Wassergüte der Reisacher Quellen nachteilig beeinflußt, da bei verstärktem Mangfallabfluß hygienisch nicht einwandfreies Mangfallwasser in die Sickerkanäle der Reisacher Fassung gelangt. Die Wasserwerke München treten diesen Gefährdungsmöglichkeiten entgegen, indem sie die Förderung in Reisach bei höherem Mangfallwasserstand drosseln. Aus den gefährdeten Sickersträngen II und III wird bei erhöhtem Mangfallabfluß nicht gefördert und lediglich aus dem Sickerstrang I wird Grundwasser entnommen, welches laufend chemisch-hygienisch überwacht wird. Treten auch hier noch Verunreinigungen auf, so wird das in Reisach gefaßte Wasser so lange gechlort, bis aufgrund der chemisch-bakteriologischen Befunde

eine nachteilige Beeinflussung der Fassung nicht mehr nachweisbar ist.

Bei einem natürlichen Abfluß der Mangfall, d.h. ohne Ableitung von Mangfallwasser zum Seehamer See hin, würde aufgrund der dann vorhandenen dauerhaften Dichtung im Flußbett kein abwasserbelastetes Flußwasser in die Fassung eingespeist. Eine permanente, erhöhte Wasserführung der Mangfall unterhalb Weidenau ist deshalb in jedem Fall anzustreben.

3.5.5. Grundwasserstandsschwankungen im Thalhamer-Kessel.

Auf Seite 64 wurde auf die großen Wasserstandsschwankungen des Grundwassers im Schlierachtal hingewiesen. Auch für das südliche Mangfalltal nehme ich ähnliche große Grundwasserstandsschwankungen an. Wahrscheinlich ist diese Erscheinung darauf zurückzuführen, daß der bei Schmerold erbohrte Grundwasserstrom sich genau wie der Grundwasserstrom im Schlierachtal in einer schmalen Rinne im tertiären Untergrund nach Norden bewegt. In beiden Gebieten, im Schlierachtal und im südlichen Mangfalltal, handelt es sich um nicht sehr breite Rinnen im mergelingen tertiären Untergrund, die mit pleistozänen Kies-Sanden aufgefüllt sind, in denen sich das Grundwasser bewegt. Diese Tiefenrinnen wirken wie riesige "Sammeldrainagen" (Traub 1959), die die Sickerwässer der umgebenden, höher liegenden, diluvialen Ablagerungen, vor allem nach verstärktem Niederschlag, rasch an sich ziehen und deshalb starke Wasserspiegelschwankungen aufweisen.

Der Thalhamer-Kessel als das Vereinigungsgebiet der aus dem Schlierach- bzw. Mangfalltal kommenden Grundwasserströme weist naturgemäß ebenfalls beträchtliche Grundwasserstandsschwankungen auf. Abb. 16 zeigt die mittleren monatlichen Grundwasserstände des Pegels 28a für die Abflußjahre 1960 - 1970. Danach tritt im Bereich des Pegels 28a in der Regel im Winterhalbjahr jeweils ein Minimum auf, dem ein maximaler Wasserstand im Sommer gegenübersteht. Den niedrigsten Stand mit 629,4 m über NN weist die Ganglinie im Winterhalbjahr 1963 auf, während ihr Höchststand im Sommer 1965 bei 635,8 m über NN liegt. Dies ergibt eine größte Schwankungsbreite von 6,40 m, die damit den Schwankungsbeträgen entspricht, die auch im Schlierachgebiet registriert wurden (s.S. 69).

Beilage 1 gibt die Grundwasserstandsganglinien der Pegel 28a, 22a, 16c, 12b und 4b für das Abflußjahr 1967 wieder. Bezieht man die in der Darstellung eingetragenen Pegel auf den Lageplan der Pegel im Thalhamer-Kessel (s.Abb. 17), so wird deutlich, daß die Amplitude der Grundwasserschwankungen vom Pegel 28a im Süden bis zum Pegel 4 b im Norden stark abnimmt. Dies ist auch verständlich, wenn man bedenkt, daß es sich bei dem Thalhamer-Kessel bei der ständig hohen Grundwasserentnahme um ein abflußloses Becken handelt, dessen Grundwassererneuerung allein durch den Förderbetrieb in Reisach und Thalham-Süd abgeschöpft wird. Bei diesen für eine Wassergewinnungsanlage beinahe idealen Verhältnissen einer schüsselförmigen Anlage eines Grundwasservorkommens treten naturgemäß die größten Schwankungsbeträge bei den im Südteil des Talkessels im Einflußbereich der Reisacher Fassung liegenden Pegeln auf. Erst bei den am Nordrand gelegenen Pegeln wirkt sich die Grundwasserabsenkung immer weniger aus.

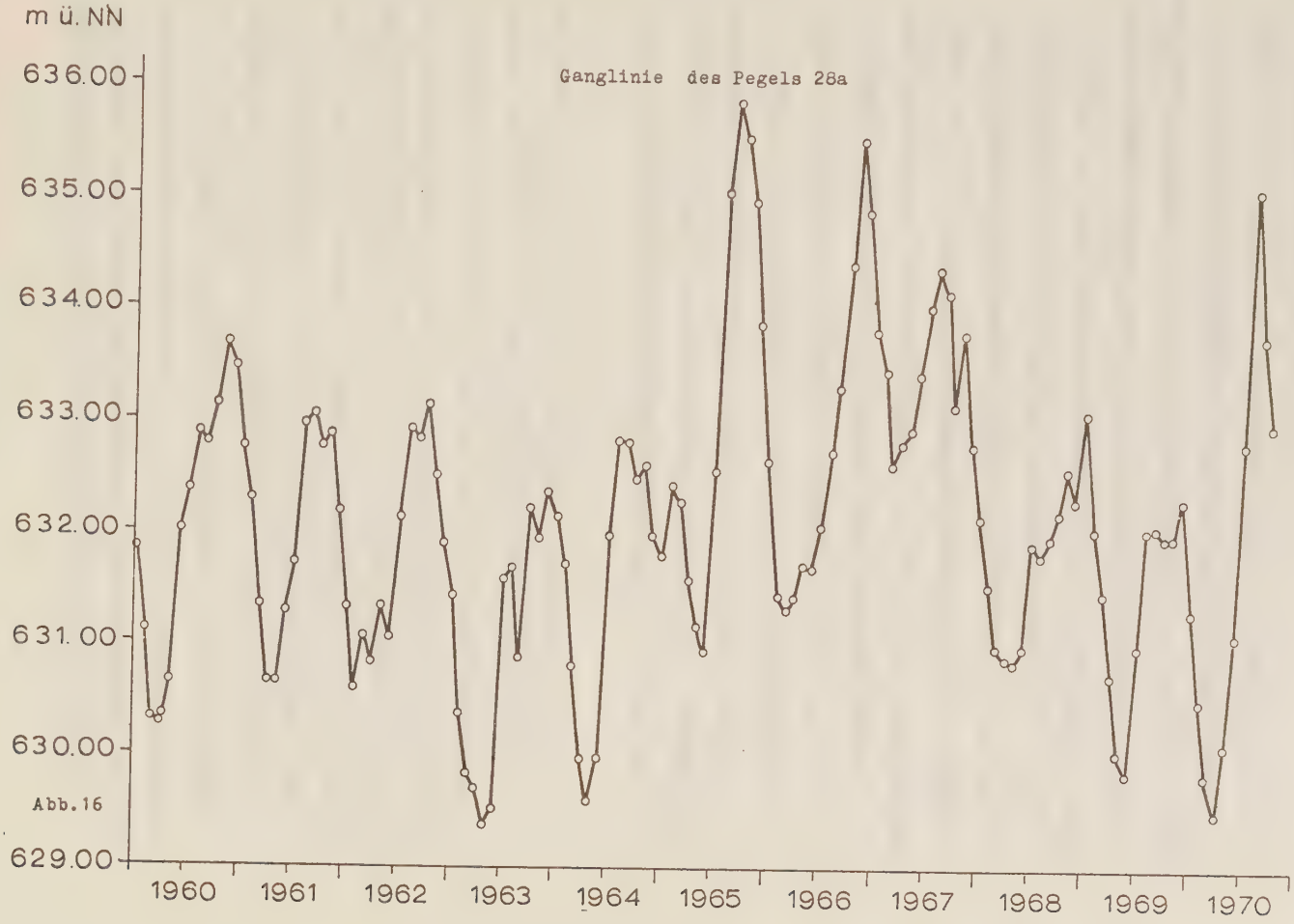
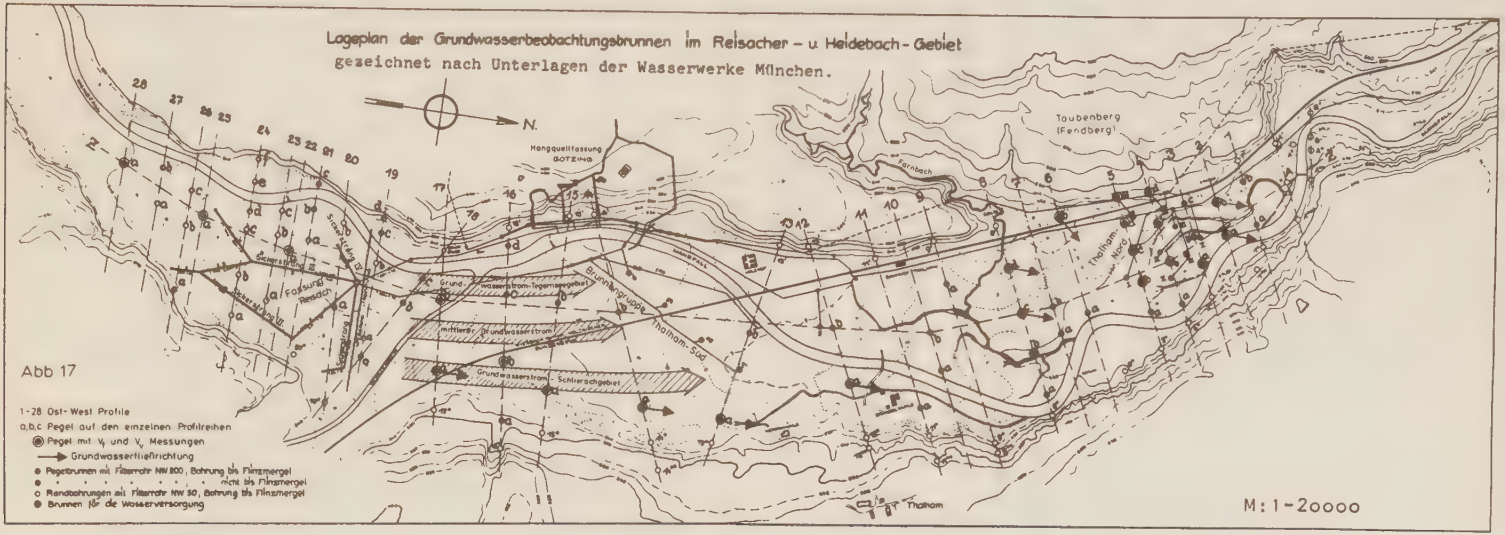

m ü. NN
Ganglinie des Pegels 28a
636.00
635.00
634.00
633.00
632.00
631.00
630.00
629.00
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970

Abb. 16

3.6. Radiohydrometrische Untersuchungen im Thalhamer-Kessel.

Man versucht heute, die Ergiebigkeit eines Grundwasserleiters nicht allein anzuschätzen, sondern nach Maß und Zahl exakt zu ermitteln. Die klassischen Methoden hierzu, wie z.B. der Pumpversuch, der Färbeversuch und die Durchlässigkeitsbestimmung, haben auch heute noch ihre Bedeutung. Hinzu kommen jedoch in den letzten Jahren entwickelte, moderne Methoden, die immer mehr verfeinert wurden. Hierzu gehören die hydrologischen Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen jeweils von einem einzigen Bohrloch aus zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit, der vertikalen Strömungen an einem Filterrohr und der Grundwasserfließrichtung. Mit Hilfe des Instituts für Radiohydrometrie der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung konnte ich diese Untersuchungsmethoden mit radioaktiven Tracern im Thalhamer-Kessel in den Filterpegeln der Wasserwerke München anwenden. Die Pegel sind in 28 Profilen angeordnet, die quer durch den Kessel von Osten nach Westen verlaufen und den gesamten Talbereich erfassen. Während im nördlichen Teil, im Bereich der Brunnengalerien Thalham-Süd und -Nord alle Bohrungen nach Durchteufen der grundwasserführenden Grobkiese bis zu den stauenden, tertiären Flinzmergeln im Liegenden der Kiese abgeteuft wurden, reichen im Süden lediglich die Pegel 20a, 22a, 25a und 28a bis zur mergeligen Molasse im Untergrund.

3.6.1. Meßmethoden.


Lageplan der Grundwasserbeobachtungsbrunnen im Reisacher – u. Heidebach-Gebiet
gezeichnet nach Unterlagen der Wasserwerke München.
N.
Hangquellfassung GOTZING
Taubenberg (Fendberg)
Farnbach
Thalham-Nord
Thalham-Süd
Grundwasserstrom-Tegernseegebiet
mittlerer Grundwasserstrom
Grundwasserstrom Schlierachgebiet
Grundwasserstrom
Thalham
Abb 17
1-28 Ost-West Profile
a,b,c Pegel auf den einzelnen Profilreihen
Pegel mit V_f und V_k Messungen
Grundwasserfließrichtung
Pegelbrunnen mit Filterrohr NW 200, Bohrung bis Flinzmergel
Pegelbrunnen mit Filterrohr NW 90, Bohrung bis Flinzmergel
Rammbohrungen mit Filterrohr NW 90, Bohrung bis Flinzmergel
Brunnen für die Wasserversorgung
M: 1-20000

3.6.1.1. Die Messung der Filtergeschwindigkeit V_f

Das Prinzip der "Verdünnungs-" Methode zur direkten Bestimmung der Filtergeschwindigkeit in einem Filterrohr besteht darin, daß in das Meßvolumen der in Abb. 18 skizzierten Sonde eine radioaktive Tracerlösung eingebracht wird. Der durch den Grundwasserabfluß im Filterrohr bedingte Konzentrationsabfall der Tracerlösung wird in situ registriert und ist der Filtergeschwindigkeit (V_f) proportional. Die Filtergeschwindigkeit ist definiert als Grundwasserabfluß über den Einheitsquerschnitt im Grundwasserleiter und es gilt die Beziehung:

$$V_f = \frac{Q}{F \cdot \alpha}$$

Hierbei sind:

V_f = Filtergeschwindigkeit des Grundwassers (m/sec.)

Q = Grundwasserabfluß (m^3/sec.)

F = Fließquerschnitt im Filterpegel (m^2)

α = Geometriefaktor, der die Grundwasserstromliniendichte im Grundwasserleiter zur Stromliniendichte im Filterpegel ins Verhältnis setzt.

Eine wichtige Voraussetzung für die Anwendung des "Verdünnungs-Verfahrens" ist, daß keine Vertikalströmungen im Filterpegel auftreten. Die vertikalen Strömungen in einem Filterrohr fehlen in der Regel bei einem homogenen, isotropen Grundwasserleiter. Vielfach liegt jedoch bei Lockersedimenten,wie auch im Untersuchungsgebiet eine Anisotropie des Grundwasserleiters vor, die durch eine wechselnde Abfolge von Schichten mit feinerer bzw. gröberer Körnung hervorgerufen wird. Werden solche Grundwasserleiter von einer Bohrung

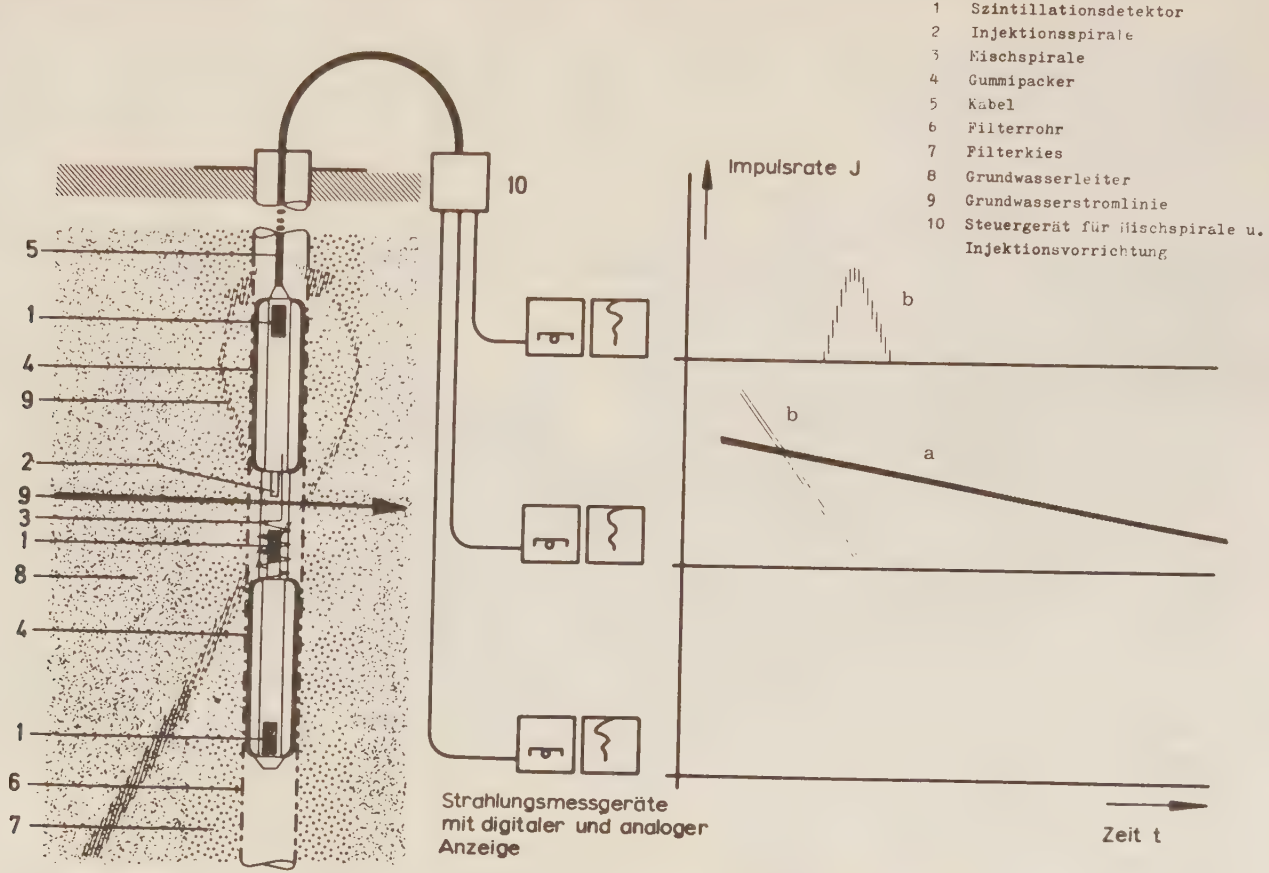


Abb. 18 Meßanordnung zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit v_f in einem Filterrohr
a Die Richtung der Grundwasserstromlinien wird durch die Bohrung nicht geändert
b Die Grundwasserstromlinien werden durch die Bohrung kurzgeschlossen. Nach W. Drost, 1971.

durchstoßen, so werden durch die Bohrung mehrere piezometrische Niveaus im Grundwasserleiter kurzgeschlossen,und es kommt zu vertikalen Strömungen im Filterrohr. Eine andere Möglichkeit des Auftretens von vertikalen Strömungen ist dann gegeben, wenn die Grundwasserstromlinien und die Filterrohrachse keinen rechten Winkel zueinander bilden.

Der gesamte Grundwasserabfluß im Filterrohr setzt sich beim Auftreten von Vertikalströmungen additiv aus den vertikalen und horizontalen Strömungskomponenten zusammen. Der alleinige horizontale Abfluß, d.h., die Filtergeschwindigkeit V_f, ergibt sich demnach wiederum aus der Differenz Gesamtabfluß - vertikaler Abfluß. Zur Ausschaltung kleinerer Vertikalströmungen im Filterrohr ist das Meßvolumen der in Abb. 18 gezeigten Sonde im Pegel nach unten und oben durch sog. Packer abgedichtet. Innerhalb der Packer befinden sich Kontrolldedektoren, die eine eventuelle vertikale Abdrift der Tracerlösung außerhalb der Bohrung anzeigen. Sind die Vertikalströmungen zu groß und durch die Packer nicht auszuschalten, so müssen sie unabhängig von der Filtergeschwindigkeit durch ein Tracerlogverfahren gemessen werden.

3.6.1.2. Die Messungen von Vertikalströmungen im Filterrohr mit dem Tracerlog - Verfahren.

Der Tracerlog wird mit der in Abb. 19 gezeigten Sonde, die aus einem Injektor mit radioaktiver Impflösung und zwei Dedektoren besteht, durchgeführt. Die Sonde wird mit konstanter Geschwindigkeit innerhalb des Filterrohrs bewegt, wobei in definierten Tiefen

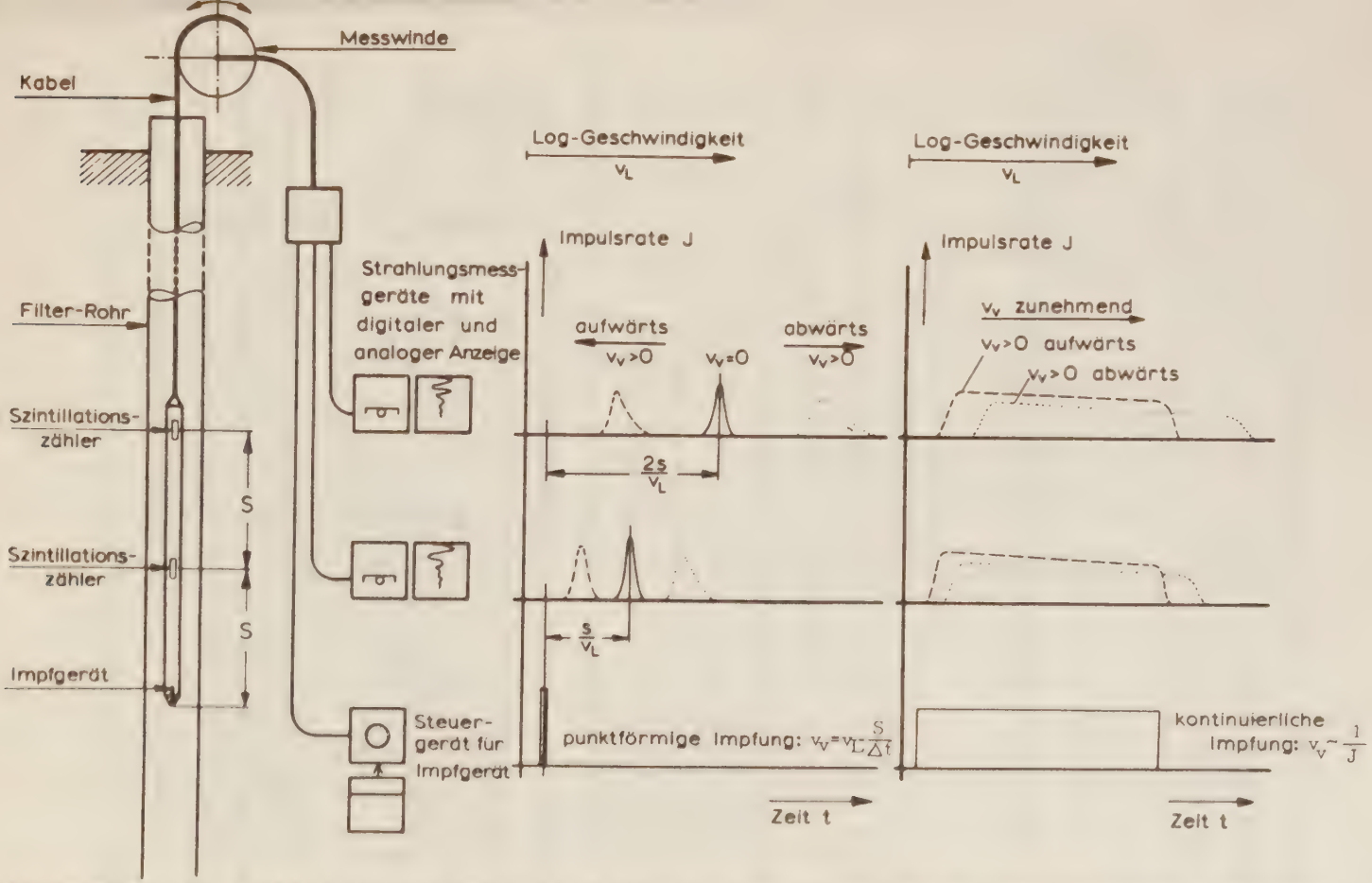


Abb. 19 Meßanordnung und Meßmethode der Tracerlog-Verfahren mit punktförmiger und kontinuierlicher Impfung zur Bestimmung der vertikalen Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung des Grundwassers in einem Filterrohr. Nach W. Drost 1971

punktförmig geimpft wird. Gemessen wird bei dieser Impfung die relative Verschiebung der geimpften Tracerwolke zur Meßsonde. Die kontinuierliche Impfung, deren Auswertungsverfahren auch in Abb. 19 aufgezeichnet ist, wurde bei den Untersuchungen nicht angewandt. Mit der Loggeschwindigkeit V_l und der Zeitdifferenz t bis zum Nachweis der Tracerwolke ergibt sich für die vertikale Fließgeschwindigkeit im Filterrohr die Beziehung:

$$V_v = V_l - \frac{S}{t} / K$$

Der Korrekturfaktor K ist hierbei gleich dem Verhältnis des Filterrohrquerschnitts zum Querschnitt der Meßsonde.

3.6.1.3. Die Ermittlung der Fließrichtung des Grundwassers im Grundwasserleiter.

Ist eine radioaktive Tracerlösung aus dem Filterrohr abgeflossen, so kann man die Abflußrichtung und somit die Fließrichtung der Grundwasserströmung im Grundwasserleiter mit der in Abb. 20 dargestellten Richtungssonde ermitteln.

Zur Fließrichtungsmessung wird ein abgeschirmtes Zählrohr mit Kollimeteröffnung verwendet. Das Kollimeterzählrohr wird an einem starren Gestänge um 360° im Filterrohr gedreht. Die registrierte Strahlungsintensität ist dann am größten, wenn die Kollimeteröffnung in Richtung der im Grundwasser abfließenden Tracerwolke zeigt. Meßergebnis ist das Richtungsdiagramm (s.Abb. 21), dessen Maximum die Fließrichtung des Grundwassers angibt.

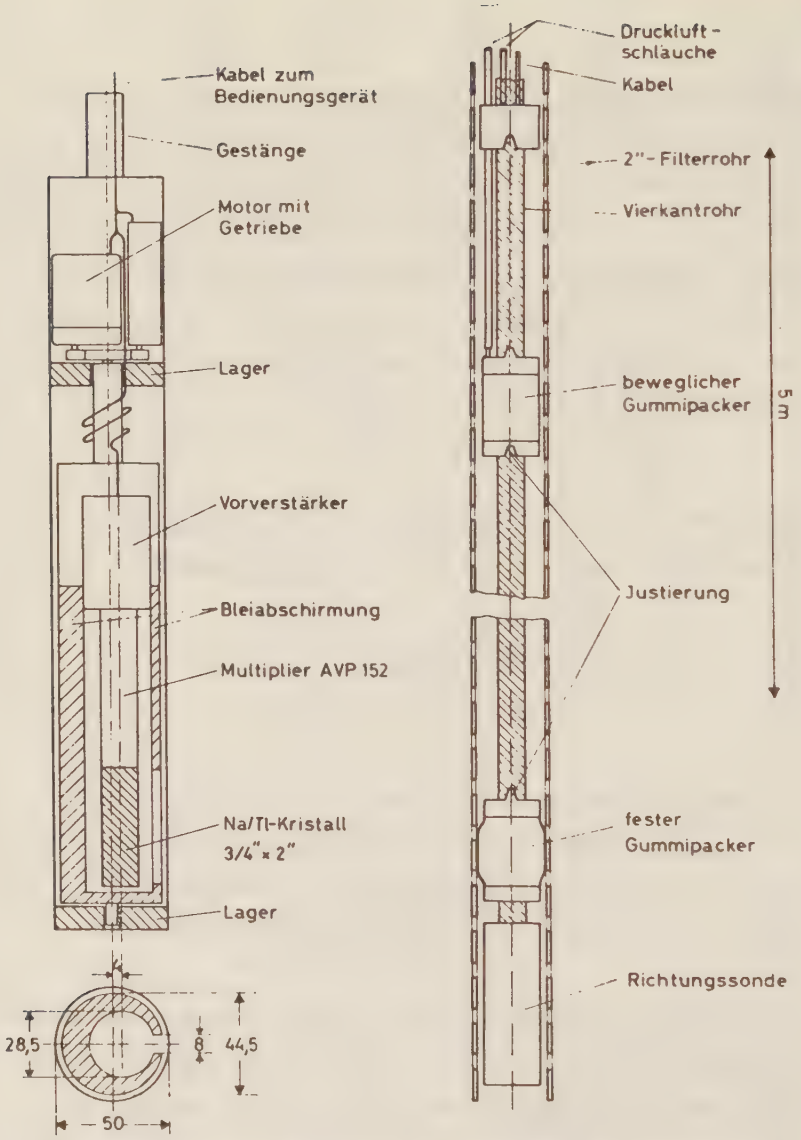


Abb. 20 Meßanordnung zur Bestimmung der Fließrichtung des Grundwassers
links : Richtungssonde. Der Kollimator, bestehend aus Detektor und Bleiabschirmung mit Spalt, wird während der Messung um 360° gedreht.
rechts: Gestänge mit Packern zur richtungskonstanten Einführung der Richtungssonde. Die Einbringung erfolgt in Schritten von 5 m, wobei immer einer der Packer aufgeblasen ist, so daß die Konstanz der Richtung gewährleistet ist. Nach W. Drost, 1971.

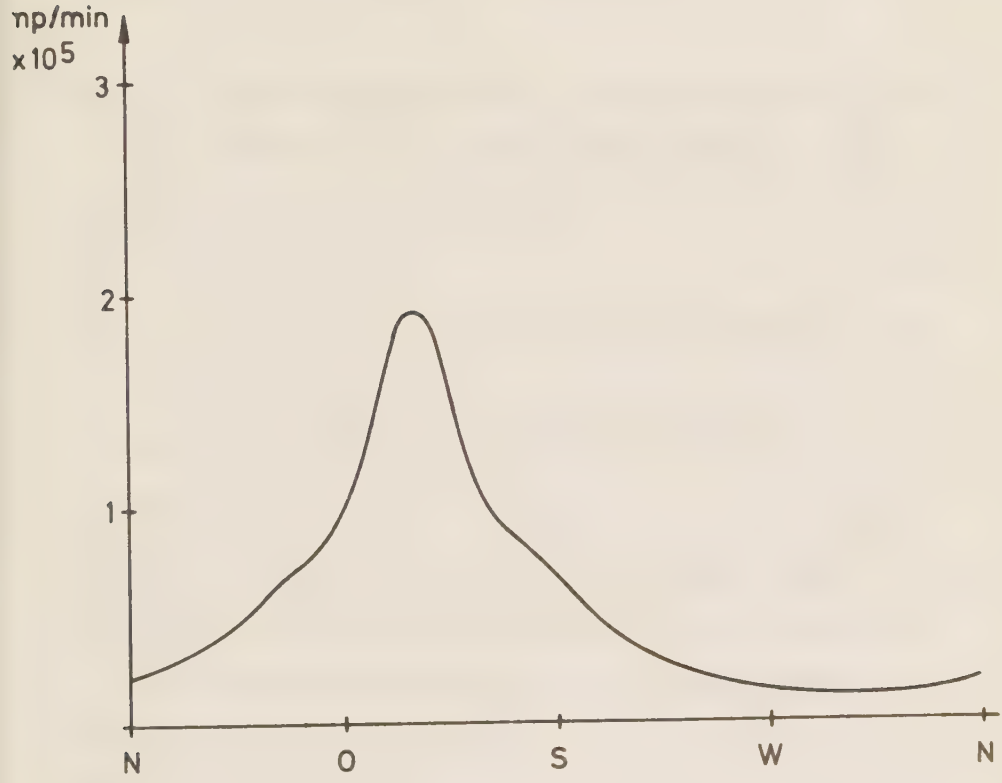


Abb. 21 Beispiel eines Richtungsdiagrammes. Das Maximum gibt die Fließrichtung der aus dem Filterrohr abfließenden Tracerwolke an.

3.6.2. Die Messungen.

3.6.2.1. V_f und V_v Messungen.

Die Filtergeschwindigkeit V_f und die Vertikalströmungen V_v wurden in 32 Filterpegeln ermittelt. Die Ergebnisse sind in den Beilagen 2, 3 und 4 sowie in Abb. 20 wiedergegeben. Als Tracer wurde Brom 82 verwendet und je nach Länge der Filterstrecke wurden eine oder mehrere V_f Messungen in verschiedener Höhe im Filterrohr durchgeführt.

3.6.2.1.1. Messungen im Südteil des Thalhamer-Kessels.

Im südlichen Teil des Thalhamer - Kessels wurden die Filtergeschwindigkeiten in den bis zum mergeligen Tertiär abgeteuften Pegeln 28a, 25a und 22a gemessen. Die gemessenen V_f-Werte, die in Beilage 2 dargestellt sind, liegen mit 58 m/d im Minimum und 120 m/d im Maximum alle sehr hoch und wesentlich über den Werten, die sonst in Schottern gleicher Genese und Körnung vorherrschen. Die hohen V_f Werte lassen sich nur dadurch erklären, daß die Pegel bereits im Einflußbereich der Reisacher Fassung liegen und daß durch die hohe Anströmungsgeschwindigkeit des Grundwassers zu den Sickersträngen die Feinbestandteile ausgeschlämmt wurden. Wir haben also hier den Fall einer künstlichen Erhöhung der Ergiebigkeit eines Grundwasserleiters, die durch die Wasserentnahme durch einen Horizontalbrunnen bedingt ist. Der Einfluß der Sickerstränge, die in ca. 9 m unter Flur liegen, macht sich vor

allem in den oberen, den Schächten am nächsten gelegenen Meßpunkten, wo durchweg, wie z.B. im Pegel 28a mit 110 m/d und im Pegel 25a mit 90 m/d, die größten Geschwindigkeiten auftreten, besonders bemerkbar.

Bei den tiefer liegenden Meßpunkten wurden in allen drei Pegeln jeweils kleinere Filtergeschwindigkeiten gemessen, was darauf zurückzuführen ist, daß die drainierende Wirkung der Sickerstränge zur Teufe hin geringer ist.

Deutlich zum Ausdruck kommt der Einfluß der Sickerstränge auch durch die Messungen der Vertikalströmungen in den Pegeln 25a und 22a, deren Ergebnisse ebenfalls in Beilage 2 dargestellt sind. Die Messungen zeigen, daß in beiden Filterpegeln vertikale Aufwärtsbewegungen mit einem maximalem aufwärts gerichteten Durchfluß von 2,5 l/sec. (= Pegel 25a) und 2 l/sec. (= Pegel 22a) vorliegen. Bei beiden Pegeln treten die Durchflußmaxima jeweils im oberen Bereich auf, wo naturgemäß die größten Wassermengen zu den höher gelegenen Speisekanälen "hingezogen" werden.

In den übrigen Filterpegeln der Profilreihen 19 - 27 im Südteil des Thalhamer-Kessels konnten keine Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen durchgeführt werden, da die Pegel trocken liegen.

3.6.2.1.2. Messungen im Mittelteil des Thalhamer-Kessels.

Nördlich des Zusammenflusses von Mangfall und Schlierach wurden radiohydrometrische Untersuchungen in den Pegeln 18a, 18b, 18c

und 17b durchgeführt, deren Ergebnisse aus Abb. 22 und Beilage 2 zu entnehmen sind. Die Messungen, die bei natürlichem Abfluß der Mangfall (s.S. 93) im September 1969 durchgeführt wurden, ergaben, daß die hier auftretenden Filtergeschwindigkeiten erheblich kleiner sind als die im Südteil des Thalhamer-Kessels erzielten V_f Werte. Sie schwanken in den vier Filterpegeln zwischen maximal 45 m/d im Pegel 18a und minimal 10 m/d im Pegel 18b. Offensichtlich liegen hier Filtergeschwindigkeiten vor, die wir als charakteristisch für den vorliegenden kiesig-sandigen Grundwasserleiter annehmen dürfen. Sie gleichen jenen Filtergeschwindigkeiten, die in ähnlich ausgebildeten Grundwasserleitern anderenorts, wie z.B. auf der Münchener Schotterebene, ermittelt wurden.

Bei der Ermittlung des vertikalen Durchflusses wurden im September bei natürlichem Abfluß der Mangfall (s.S. 93) in den nahe an der Mangfall stehenden Pegeln 18c und 17b Abwärtsbewegungen festgestellt. Die aufwärts gerichteten Strömungen treten namentlich im Pegel 18c auf, in dem ein maximaler Durchfluß von 2,5 l/sec. gemessen wurde.

Bei einer zweiten Meßreihe im Dezember 1969 als die Mangfall von Weidenau an lediglich wieder 500 l/sec. Wasser führte, (s.S. 50) als also kein Mangfallwasser in größeren Mengen im Bereich der betreffenden Pegel in die Talfüllung infiltrieren konnte, traten in beiden Pegeln dagegen keine nennenswerten vertikalen Bewegungen auf.

Ganz offensichtlich ist also der in der ersten Messung im September festgestellte aufwärtsgerichtete Durchfluß auf den Einfluß der Mangfall zurückzuführen. Dies ist allerdings schwer

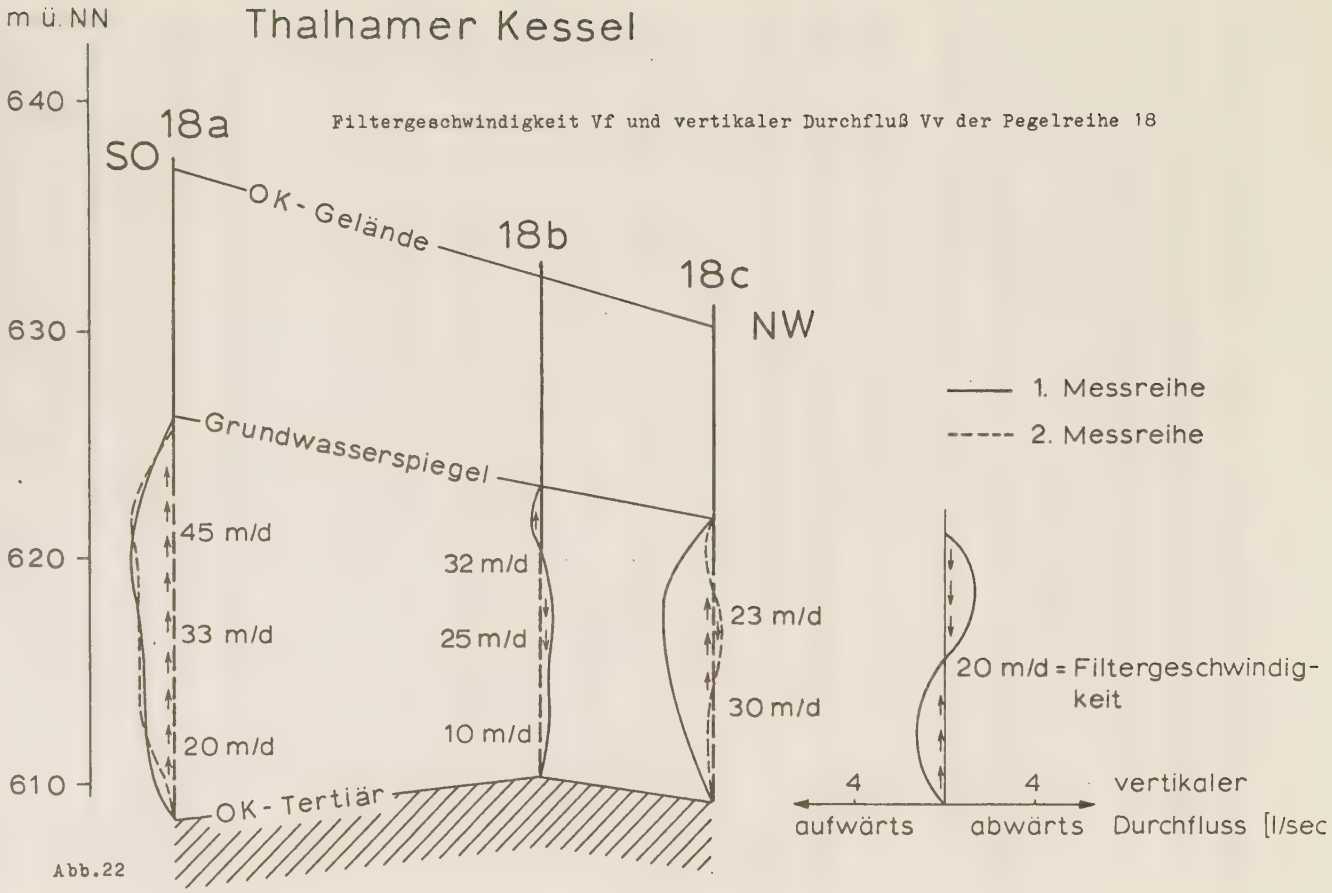

m ü. NN
Thalhamer Kessel
Filtergeschwindigkeit Vf und vertikaler Durchfluß Vv der Pegelreihe 18
640
630
620
610
SO
18a
18b
18c
NW
OK - Gelände
Grundwasserspiegel
45 m/d
33 m/d
20 m/d
32 m/d
25 m/d
10 m/d
23 m/d
30 m/d
OK - Tertiär
1. Messreihe
2. Messreihe
20 m/d = Filtergeschwindigkeit
4
4
aufwärts
abwärts
vertikaler Durchfluss [l/sec

Abb.22

verständlich, wenn man bedenkt, daß die Mangfallsohle im Bereich der Pegel auf 633 m über NN liegt,und daß das Flußwasser bei der Infiltration von oben nach unten in den seitlichen bis auf 611 m über NN,also ca. 23 m unter Flur reichenden grobkiesigen grundwasserführenden Talbereich strömt. Es wäre demnach eigentlich zu erwarten, daß auch Infiltrationen von Mangfallwasser in hier nahe am Ufer stehenden Pegeln ein abwärts gerichtetes Strömungsfeld hervorrufen.

Worauf sind dann jedoch die Aufwärtsbewegungen in den Pegeln 18c und 17b bei der ersten Meßreihe im September 1969 bei natürlichem Mangfallabfluß zurückzuführen? Die Erklärung hierfür wird wahrscheinlich in der differenzierten geologischen Ausbildung des Grundwasserleiters liegen. Möglicherweise trifft das in die Talfüllung infiltrierte Wasser im Bereich der Pegel auf einen lokal zwischengeschalteten, stauenden Lettenhorizont innerhalb der talfüllenden Grobkiese, der von den im Talbereich stehenden Bohrungen nicht erfaßt wurde,und der eine Änderung der ursprünglichen Bewegungsrichtung des infiltrierten Wassers bedingt, welche im Bereich der Pegel in dem aufwärts gerichteten Durchfluß zum Ausdruck kommt.

Bei beiden Meßreihen nahezu gleichbleibend aufwärts gerichtete Strömungen mit einem maximalen Durchfluß von 2 l/sec. traten im Pegel 18a auf. Die hier offensichtlich kontinuierlich nach oben gerichtete Bewegung des Grundwassers im Filterpegel dürfte auf die Wirkung einer Dichtungsschürze zurückzuführen sein, die unmittelbar nördlich des Hauptverteilungsschachtes Reisach quer durch das Tal von der Mangfall bis kurz vor die Schlierach

verläuft (s.Abb. 17). Die Untergrundverdichtung, die 1953 errichtet wurde, sollte eine Erhöhung des Grundwasserspiegels im Bereich der Reisacher Sickerstränge bewirken, um damit die Ergiebigkeit der Fassungsanlage zu erhöhen. Nach Angaben der Wasserwerke München konnte die Schüttung von Reisach durch diese Maßnahme jedoch nicht angehoben werden, da es nicht gelang, den Untergrund völlig abzudichten.

Aufgrund der im Pegel 18a festgestellten permanenten vertikalen Aufwärtsströmungen liegt jedoch die Vermutung nahe, daß oberhalb des Pegels doch eine gewisse Verdichtung des Untergrunds erreicht wurde. Der aufwärts gerichtete Durchfluß im Pegel 18a rührt wahrscheinlich von einem teilweise verdichtetem Untergrund her, wodurch das Grundwasser oberhalb der Dichtung doch einen gewissen Rückstau erfährt und dann durch bzw. unter der nicht völlig abdichtenden Schürze unter Druck durchströmt. Unterhalb der Verdichtung wird das Grundwasser nach oben gedrückt und bewirkt auf diese Weise den aufwärts gerichteten vertikalen Durchfluß im Pegel.

In der Mitte des Thalhamer-Kessels wurden V_f und V_v Messungen in den Pegeln 17a, 16b, 15a, 14a, 13a und 12a durchgeführt, deren Ergebnisse in Beilage 3 wiedergegeben sind. Die Filtergeschwindigkeiten wurden in allen Pegeln in verschiedenen Meßtiefen ermittelt, und es zeigte sich, daß die gewonnenen V_f-Werte den Filtergeschwindigkeiten unterhalb des Zusammenflusses von Mangfall und Schlierach entsprechen (s.S. 101).

Die V_f Werte schwanken hier zwischen maximal 56 m/d im Pegel 12a

und minimal 5,5 m/d im Pegel 13a; sie erreichen hiermit Werte, die charakteristisch für den vorliegenden kiesig-sandigen Grundwasserleiter sind.

Es ist bemerkenswert, daß mit Ausnahme des Pegels 12a in allen Pegeln die höchsten Filtergeschwindigkeiten bei den oberen Meßpunkten gemessen wurden, während in tieferen Lagen durchweg geringere V_f Werte auftraten. Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten in den Pegeln finden ihre Erklärung in der differenzierten Ausbildung der quartären Talfüllung. In den tiefer gelegenen Meßhorizonten sind die Talkiese, wie aus dem Profil in Abb. 9 hervorgeht, lettiger ausgebildet und kompakter und dichter gelagert. Es treten deshalb in den tiefer liegenden Bereichen geringere Permeabilitäten auf, die in den niedrigeren Filtergeschwindigkeiten zum Ausdruck kommen.

Die Messungen der Vertikalströmung ergaben für die Pegel 17a, 14a, 13a und 12a kleine, vorwiegend aufwärtsgerichtete, vernachlässigbare Bewegungen. Auffallendere Vertikalströmungen, die vorwiegend nach oben gerichtet sind, konnten dagegen in dem Pegel 16b nachgewiesen werden. Auch die hier auftretenden vertikalen Strömungen zeigen deutlich den unterschiedlichen, anisotropen Aufbau der Talfüllung an. In den Bereichen des Filterpegels, die einen erhöhten Zu- und Abfluß aufweisen, sind die quartären Grobkiese lagenweise lockerer gelagert und weisen einen geringeren Feinkorn- bzw. Schluffanteil auf, als in Horizonten ohne Zu- und Abfluß. Die im Pegel 16b registrierten vertikalen Strömungskomponenten geben somit deutlich die unterschiedlichen Permeabilitäten der talfüllenden Kies-Sande wieder. Von besonderem Wert sind derartige Meßergebnisse

in Filterpegeln bei der Standortwahl und dem Ausbau von Brunnen, da sie ein eindeutiges Bild über die Ergiebigkeit der einzelnen Schichten in einem anisotropen Grundwasserleiter geben.

Im Pegel 15 a wurde eine erhebliche,maximal 2,5 l/sec. betragende Vertikalströmung festgestellt, die ausschließlich nach unten gerichtet ist. Sie ist auf den Verlauf des tertiären Reliefs im Untergrund zurückzuführen. Das mergelige, stauende Tertiär zeigt zwischen den Pegelreihen 16 und 15 einen sprunghaften Abfall von rund 8 m (s. Beilage 3 und Abb. 9), der in diesem Bereich eine Abwärtsströmung bedingt, die im Pegel 15a erfaßt werden konnte.

3.6.2.1.3. Messungen im Nordteil des Thalhamer-Kessels.

Im nördlichen Teil des Thalhamer-Kessels wurden mit Ausnahme der Pegelreihe 7 in allen Pegeln der Profilreihen 8 - 2 radiohydrometrische Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse in Beilage 4 wiedergegeben sind. Die mittleren Filtergeschwindigkeiten in den Pegeln 8d, 8c, 8b und 6b liegen bei 3o m/d und entsprechen damit den Werten, die auch im mittleren Bereich des Thalhamer-Kessels vorherrschen,und die charakteristisch für den vorliegenden kiesig-sandigen Grundwasserleiter sind. Auch bei der Pegelreihe 5 liegen in etwa noch die gleichen V_f Werte vor, obwohl die Fließgeschwindigkeiten hier schon etwas geringer sind und im Mittel bei ca. 25 m/d liegen. Bei der weiter nördlich gelegenen Profilreihe 4 werden die Filtergeschwindigkeiten jedoch schon deutlich geringer und liegen im Durchschnitt bei 12 m/d. Eine weitere starke Verminderung der Filtergeschwindigkeiten wurde

in der Pegelreihe 3 mit einem Mittelwert von 5 m/d und in den beiden Pegeln des Profils 2 festgestellt, wo die V_f Werte bei 1 m/d liegen.

Die nach Norden hin stark abnehmenden Fließgeschwindigkeiten in Thalham-Nord sind auf das in Untergrund ansteigende, stauende mergelige Tertiär zurückzuführen (s.S. 75). Auf diese Weise entsteht ein abflußloses Grundwasserbecken, in dem ein Grundwasserabfluß im Bereich der Pegelreihe 2 und weiter nördlich davon verhindert wird.

Der Rückstau des Grundwassers, das bei einem über MW liegendem Grundwasserstand stellenweise in dem Maße aus dem Untergrund hochgedrückt wird, daß es zu vereinzelten Grundwasseraustritten an der Geländeoberfläche (s.S. 79) kommt, konnte neben den abnehmenden V_f Werten auch durch die Messung der Vertikalströmungen erfaßt werden. In den in der Talmitte gelegenen Pegeln 8b und 8c sowie 5b, 5c und 5d zeichnet sich eine generell aufwärtsgerichtete Strömungstendenz des Grundwassers in den erfaßten V_v Werten schon ab, obwohl in der Pegelreihe 5 im unteren Bereich der Pegel Abwärtsbewegungen registriert wurden, die jedoch eine andere Ursache haben (s. unten). Deutlich zum Ausdruck kommen die durch den Anstieg der Grundwassersohlschicht im Untergrund hervorgerufenen Aufwärtsströmungen aber in den Pegelreihen 4, 3 und 2, wo alle in der Talmitte gelegenen Pegel einen durchweg aufwärtsgerichteten Durchfluß aufweisen. Den größten aufwärts gerichteten Durchfluß weist hierbei der Pegel 3b mit ca. 5 l/sec. auf.

Verstärkte aufwärtsgerichtete Strömungen wurden auch in den mangfallnahen Pegeln 8a, 6a und 4a erfaßt. Die sehr hohen, im Pegel 6a maximal 10 l/sec. betragenden Aufwärtsbewegungen in diesen Bereichen sind nicht allein auf den Rückstau des Grundwassers im Talbereich sondern auch auf Grundwasser zurückzuführen, das in die Mangfall übertritt und stellenweise in Quellaustritten am linken Mangfallufer zu beobachten ist.

An der Westseite des Talkessels wurde in den nahe am Taubenberg stehenden Pegeln 6b, 5e und 4d (s. Abb. 17) ein durchweg abwärtsgerichteter, 1,5 bis 2,5 l/sec. betragender Durchfluß registriert. Die Abwärtsströmungen sind auf Grundwasser zurückzuführen,daß am Osthang des Taubenbergs in den Talkessel läuft (s.S. 79). Das Grundwasser strömt in die am Hangfuß stehenden Pegel vom Taubenberg und bewirkt so die abwärts gerichtete Strömung. In der Pegelreihe 5 kommt dieser Zufluß in unteren Bereichen bei den in der Talmitte gelegenen Pegeln 5c und 5b neben dem abwärts gerichteten Durchfluß auch in den Ergebnissen aus Deuteriumuntersuchungen zum Ausdruck (s.S. 110). Ebenso wie im Pegel 16b kommt durch die Zuflüsse in den verschiedenen Niveaus auch in den Pegeln der Profilreihe 5 die unterschiedliche, anisotrope Ausbildung der talfüllenden Grobkiese deutlich zum Ausdruck.

3.6.2.2. V_r - Messungen.

Neben den Filtergeschwindigkeiten und den Vertikalströmungen wurden in verschiedenen Pegeln in der Talmitte und am Nordausgang des Thalhamer-Kessels Fließrichtungsmessungen des Grundwassers durchgeführt, bei denen Gold 198 als Tracer verwendet wurde.

Ebenso wie die Messungen der Filtergeschwindigkeit wurden auch die Richtungsmessungen in Abhängigkeit von der Länge der jeweiligen Filterstrecke in einer oder mehreren Meßtiefen durchgeführt.

Im Südteil des Thalhamer-Kessels im Bereich von Reisach wurden keine Fließrichtungen gemessen, da die Beeinflußung der Pegel durch die Sickerstränge zu groß ist und die natürlichen Strömungsrichtungen des Grundwassers nicht erfaßt werden können.

Im Mittelteil des Talkessels erbrachten Richtungsmessungen, die in verschiedenen Tiefen in den Pegeln 17a, 14a, 13a und 12a an der Ostseite des Tals durchgeführt wurden, alle eine nach Norden gerichtete Bewegung des Grundwassers (s.Abb. 17).

Im Nordteil des Thalhamer-Kessels wurde die Grundwasserfließrichtung in den in der Talmitte stehenden Pegeln 8c und 8d ermittelt. Die Messungen wurden in Tiefen durchgeführt, in denen keine oder nur geringfügige, vernachlässigbare Vertikalströmungen vorherrschen, und sie ergaben auch eine durchweg nach Norden gerichtete Fließrichtung des Grundwassers. Bei den Pegelreihen 5, 4 und 3 konnte die Fließrichtung in den in der Talmitte liegenden Pegeln nicht erfaßt werden, da die hier herrschenden vertikalen Strömungen die Ergebnisse verfälschten. Die geringen V_v Werte, die in den Pegeln 2a und 2b auftreten, erwiesen sich dagegen als vernachlässigbar und V_r Messungen ergaben auch hier eine nach Norden gerichtete Bewegung des Grundwassers.

Während in den an der Mangfall stehenden Pegeln 8a, 6a und 4a (s.Abb. 17) keine Richtungsmessungen durchgeführt wurden, da auch hier die großen Vertikalströmungen die Meßergebnisse verfälscht hätten, konnte in den Filterpegeln 6b, 5e und 4d an der Westseite des Tals trotz der hier auftretenden vertikalen Durchflüsse eine nord-östlich gerichtete Strömung festgehalten werden. Die hier von der allgemein nach Norden gerichteten Fließrichtung des Grundwassers abweichendenden V_r Werte werden durch das vom Taubenberg her zulaufende Grundwasser hervorgerufen (s.S. 80). Das "Taubenbergwasser" fließt von Westen in die Pegel und verursacht auf diese Weise die nach Ost-Nordost gerichtete Fließrichtung.

3.7. Der Deuteriumgehalt des Grundwassers.

In natürlichen Wässern unterliegt das stabile Isotop Deuterium Schwankungen, die in der Größenordnung von bis zu 30°/oo auftreten können. Die unterschiedlichen D-Gehalte sind in erster Linie auf Isotopentrennung, Verdampfung bzw. Kondesationsvorgänge der Niederschläge zurückzuführen, und es ist durch die Messung des D-Gehaltes möglich, Wasser verschiedener Herkunftsgebiete von einander zu trennen. Ausgedrückt wird der D-Gehalt in relativer Abweichung zu einem internationalen Standard, der sich auf Meerwasserproben bezieht. (SMOW: Standard Mean Ocean Water)

Im Thalhamer-Kessel wurden Deuteriumuntersuchungen an Wasserproben durchgeführt, die in Thalham-Nord im September 1969 aus den Pegelreihen 3, 4 und 5 entnommen wurden und deren Ergebnisse

in Beilage 4 wiedergegeben sind. Die D-Werte bringen zum Ausdruck, daß die Pegel, die dem Taubenberg am nächsten liegen, "schwereres Wasser" als die in der Talmitte bzw. an der Mangfall gelegenen Pegel aufweisen. Bei der Pegelreihe 5 liegt der D-Gehalt in dem Wasser des am Taubenberg liegenden Pegels 5e bei - 76,9°/oo,und der des in der Talmitte liegenden Pegels 5b bei -79,8°/oo. Bei der Profillinie 4 liegen ähnliche Verhältnisse vor, indem der D-Gehalt des Wassers aus dem Pegel 4d -72,8°/oo, und der des Pegels 4a -75,2°/oo beträgt. Auch bei den Pegeln des Profils 3 weist das Wasser des am Hangfuß des Taubenberg's gelegenen Pegels 3c mit -72,1°/oo einen größeren D-Gehalt als jenes aus dem in der Talmitte gelegenen Pegels 3b mit -77,6°/oo auf. Eine zweite Meßreihe, die an Proben durchgeführt wurde, ergab den gleichen Befund. Auch hier wiesen die taubenbergnahen Pegel durchweg "schwereres Wasser" auf, als die in der Talmitte bzw. im Osten an der Mangfall gelegenen Pegel.

Aufgrund der Meßergebnisse läßt sich aussagen, daß in Thalham-Nord zwei Grundwassertypen aus verschiedenen Herkunftsgebieten vorliegen. Der eine Grundwassertyp wird vom Taubenberg in den Talbereich eingespeist (s.S. 80), während der andere in der Talfüllung von Süden her zuströmt. Zu einer Mischbildung zwischen beiden Grundwasservorkommen scheint es trotz der kleinräumigen Ausbildung des Grundwasserleiters in Thalham-Nord nicht zu kommen, denn die in den einzelnen Pegeln gewonnen D-Werte liegen an beiden Entnahmetagen erheblich auseinander.

Es muß freilich bedacht werden, daß mit den vorliegenden D-Werten lediglich hydrologische Momentaufnahmen erfaßt wurden; man darf aber annehmen, daß zu anderen synoptischen Terminen entnommene

Wasserproben ebenfalls die beiden unterschiedlichen Wassertypen erfassen würden.

3.8. Die hydrogeologischen Verhältnisse nördlich des Taubenbergs.

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Norden des Taubenbergs werden weitgehend bestimmt durch den Darchinger Höhenrücken, der von Traub (1957) erkannt wurde (s. Beilage 5). Der Darchinger Höhenrücken, an dem die Münchener-Schotterebene im Südosten ausläuft, bildet zwischen Sufferloh und Valley eine Südwest - Nordost verlaufende, tertiäre Erhebung im Untergrund. Er stellt im Gebiet nördlich des Taubenbergs eine unterirdische Wasserscheide dar und trennt den tiefer gelegenen Holzkirchner-Grundwasserstrom (Wasserspiegel bei 605 - 607 m über NN) von dem höher gelegenen Mühltaler Grundwasserstrom (Wasserspiegel bei 615 - 617 m über NN). Beide Grundwasserströme werden möglicherweise im Süden das gleiche Einzugsgebiet aufweisen und erst bei Sufferloh durch den Darchinger Höhenrücken von einander getrennt werden.

3.8.1. Der Mühltaler Grundwasserstrom.

Die Fassung des Mühltaler Grundwasserstroms von den Wasserwerken München erfolgte zwischen 1891 und 1902 ähnlich wie in Gotzing durch sieben Quellsammelstollen, die nach Westen in den Hang vorgetrieben wurden. Die Stollen umfassen eine Gesamtlänge von 1371 m. Die Schüttung der über den tertiären Flinzmergeln am linken

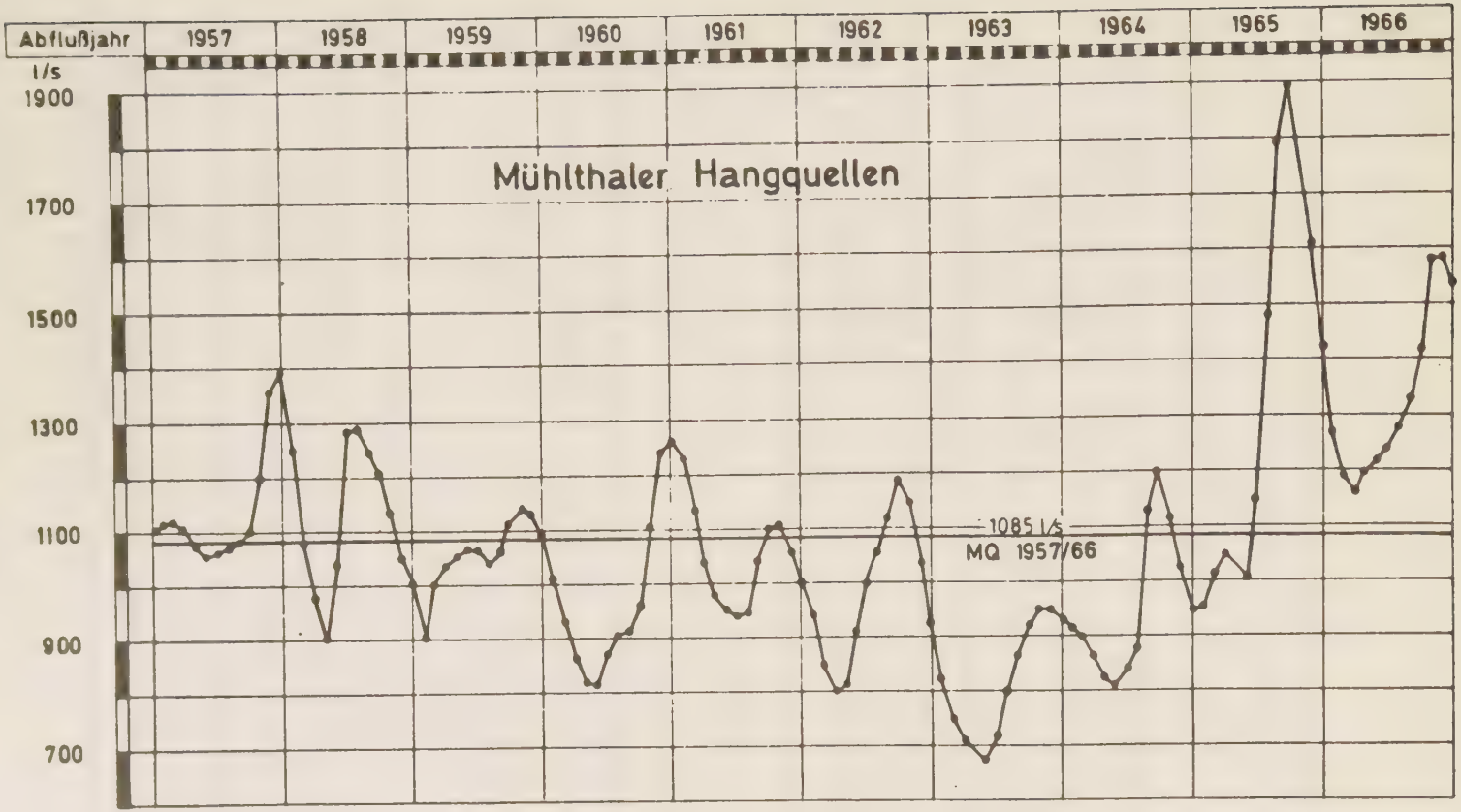
Mangfallhang austretenden Hangquellen beträgt 1085 l/sec. (s. Abb. 23) (Mittel von 10 Jahren).

Bei einer mittleren Grundwasserneubildung von R = 23,8 l/sec./. km^2 - unter Vernachlässigung des Oberflächenabflusses - ergibt sich hieraus ein unterirdisches Einzugsgebiet von

$$E = \frac{Q}{R} = E = \frac{1085}{23,8} = E : 45,5 \text{ km}^2$$

Ähnlich wie die Gotzinger Quellen (s.S. 80) weisen auch die Mühltaler Hangquellen hiermit ein relativ kleines Einzugsgebiet auf. Auch dieser Wert des Einzugsgebietes mit nur 45,5 km^2 ist jedoch verständlich, wenn man bedenkt, daß mit dem Wert R = 23,8 l/sec auch hier eine sehr hohe Grundwasserneubildung gegeben ist.

Der Mühltaler Grundwasserstrom fließt zwischen dem Darchinger Höhenrücken im Norden und dem Taubenberg im Süden in einer Ost - Nordost gerichteten tertiären Eintiefung zum Mangfalltal hin (s. Beilage 5). Über den weiteren Verlauf des Einzugsgebietes westlich Oster - bzw. Oberwarngau läßt sich nichts aussagen, da keine entsprechenden geohydrologischen Aufschlüsse vorhanden sind. Ob der Mühltaler Grundwasserstrom weiter südlich möglicherweise ein gemeinsames Einzugsgebiet mit dem Holzkirchner Grundwasserstrom aufweist, könnte nur durch ein Netz von hydrogeologischen Aufschlußbohrungen in dem betreffenden Bereich und durch langjährige Beobachtungen von Wasserspiegeln geklärt werden.



Die Schüttung der Mühlthaler Hangquellen

Abb. 23

4. Zusammenfassung.

Die hydrogeologische Bearbeitung des Mangfall-Schlierach-Gebietes zeigte, daß in den mergelig-sandigen tertiären Einheiten der Haushamer - und Miesbacher-Mulde sowie der Segenhauser-Zone keine größere Grundwasservorkommen zu erwarten sind. Es kommen lediglich einige wenige grundwasserführende Horizonte vor, in denen, wie z.B. innerhalb der Bausteinschichten,die Wasserführung nur auf Konglomeratnester und Klüfte beschränkt ist. Der Niederschlagsabfluß der gefalteten Molasse erfolgt in erster Linie oberirdisch, wobei die Talzüge von Mangfall und Schlierach die wasserdichten Abflußrinnen darstellen.

Anders ist es bei den pleistozänen Sedimenten; sie weisen eine reiche Grundwasserführung auf. Ihre Abfolgen wurden nach ihrer Genese und Ausbildung untersucht,und es wurden die wichtigsten hydrologischen Parameter dieser Schichten, wie z.B. der K-Wert das Transportvermögen = T und der Speicherkoeffizient = S in zahlreichen Horizontal- und Vertikalprofilen, bestimmt.

Die pleistozänen Serien erwiesen sich als anisotrope Kornverbände; ihre Vertikalprofile zeigen nach der Auswertung von Bohrprofilen und Geländebefunden unterschiedliche Korngrößenverteilungen und vor allem wechselnde Feinbestandteile. Diese Anisotropien im Vertikalprofil der pleistozänen Sedimentabfolgen sind aber nicht horizontbeständig. Sie haben nur lokalen Charakter und wechseln fast immer von einer zu anderen Bohrung. Die unterschiedlichen Ausbildungen in vergleichend betrachteten Vertikalprofilen ergeben

ein einheitliches Kornverteilungsintegral, das zeigt, daß die pleistozänen Serien über das gesamte Horizontalprofil als einheitliche Schüttungskörper betrachtet werden können.

Die Grundwasservorkommen treten innerhalb der pleistozänen Serien im Mangfall- und Schlierachgebiet weniger in großer flächenhafter Ausdehnung auf, sondern sie sind nahezu gesetzmäßig an Süd-West - Nord-Ost-streichende, rinnenartige Vertiefungen im Tertiär, die mit pleistozänen Schottern aufgefüllt sind, gebunden. Aufgrund der auch insgesamt nach Nordosten geneigten tertiären Oberfläche im Untergrund ergibt sich hierbei eine bevorzugte Nord-Nord-Ost gerichtete Fließrichtung des Grundwassers.

Mit einem sehr ergiebigen Grundwasserstrom im südlichen Mangfallgebiet und einem im Schlierachtal sowie einem Grundwasserbegleitstrom der Mangfall konnten drei derartige Rinnenbildungen im Tertiär mit großen Grundwasserergiebigkeiten im südlichen Arbeitsgebiet erfaßt werden. Die drei Grundwasserströme durchfließen das Arbeitsgebiet von Südwest nach Nordost bzw. Südost nach Nordwest. Sie unterscheiden sich deutlich voneinander, und schon durch einfache chemische Untersuchungen konnte ihr Nebeneinander auf engem Raum im Thalhamer Kessel noch festgestellt werden. Die drei Grundwasserströme vereinigen sich im Thalhamer-Kessel, dem Haupttrinkwassergewinnungsgebiet der Landeshauptstadt München und bewirken dort einen enormen Grundwasserreichtum in einem relativ kleinem Gebiet. Radiohydrometrische Untersuchungen zeigten,

daß der Thalhamer Kessel ein nach Norden hin abflußloses Becken darstellt; die Filtergeschwindigkeiten sind dort, wo das wasserstauende Tertiär ansteigt, nahezu Null. Dieses abflußlose Becken erhält nach Norden zu keinen Überlauf im Sinne von Quellaustritten, weil die schon jahrzehntelange Trinkwasserentnahme der Landeshauptstadt München in einem ausgewogenen Verhältnis zur Grundwassererneuerung steht.

Im Jahre 1927 erfuhren diese beinahe idealen Verhältnisse einer schüsselförmigen Anlage und einer hohen Ergiebigkeit eines Grundwasservorkommens eine recht nachteilige Beeinflussung, als die Mangfall oberstromig des Thalhamer-Kessels zum Leitzachkraftwerk abgeleitet wurde. Vor der Ableitung durchfloß die Mangfall ein vollkommen abgedichtetes Bett in nächster Nähe der Wassergewinnungsanlagen im Thalhamer-Kessel. Eine Einspeisung in die im Talbereich liegenden Fassungsanlagen der Stadt München war daher ausgeschlossen, was auch durch die jahrzehntelange einwandfreie hygienische Beschaffenheit des geförderten Wassers zum Ausdruck kam.

Heute kommt es durch die Ableitung und das hiermit verbundene lange Trockenfallen der Mangfall zur Ausbildung von Trockenrissen im Flußbett, wodurch bei plötzlich einsetzendem erhöhtem Abfluß der Mangfall abwasserbelastetes Flußwasser sehr rasch, d.h. innerhalb weniger Stunden, in die Quellfassungsanlagen gelangt. Die Wasserwerke München sind deshalb seitdem gezwungen, in solchen

Fällen, die sonst chemisch-hygienisch grundsätzlich einwandfreien Kalkschotterwässer im Thalhamer-Kessel zu chloren.

Durch die Messung der Vertikalströmungen im Filterrohr mit radioaktiven Isotopen konnte nachgewiesen werden, daß der Thalhamer-Kessel nicht, wie bisher angenommen wurde, eine zusätzliche ergiebige Einspeisung vom westlichen Taubenberg erfährt. Wäre eine solche vorhanden, so müßten die dem Taubenberg am nächsten liegenden Pegel einen starken vertikalen Zufluß im Sinne einer Abwärtsströmung aufweisen. Der hier radiohydrometrisch festgestellte vertikale Zufluß erwies sich aber im Vergleich zum horizontalen Durchfluß der drei von Süden kommenden Grundwasserströme als nur von untergeordneter Bedeutung.

Nördlich des Beckens im Thalhamer-Kessel, im Gebiet, daß sich im Norden des Taubenbergs erstreckt, werden die hydrogeologischen Verhältnisse weitgehend vom sog. Darchinger Höhenrücken beherrscht. Der Höhenrücken stellt eine tertiäre, unterirdische, von Südwest nach Nordost verlaufende kuppenförmige Hochlage dar, die zwei wiederum in tertiären Rinnen verlaufende Grundwasserströme von einander trennt. Der westlich fließende Holzkirchner-Grundwasserstrom ist mehr nach Norden ausgerichtet, während der östliche, der sog. Mühltaler-Grundwasserstrom nach Nordosten orientiert ist und am linken Mangfallhang von den Wasserwerken München gefaßt wird. Er schüttet durchschnittlich 1.085 l/sec. und

gibt somit ein zusätzliches eindrucksvolles Bild über den im Untersuchungsgebiet vorherrschenden großen Grundwasserreichtum.

Eine als Wasserbohrung bei Wallenburg nördlich Miesbach niedergebrachte Bohrung durchteufte 65 m mächtige diluviale Kiessande. Sie ist in ihrem Profil typisch für die differenzierte vertikale Ausbildung pleistozäner Sedimente im Arbeitsgebiet. In der Bohrung wurden neben der Kornverteilung und den wichtigsten Werten aus der Kornsummenkurve, das Transportvermögen T und der Speicherkoeffizient S bestimmt, die mit Werten von T = 720 cm^2/sec. bzw. S = 15 - 20 % die hohe Ergiebigkeit des anstehenden Grundwasserleiters zum Ausdruck bringen. In der Bohrung Wallenburg wurden durch Pumpversuche mit dem Filterstutzen und Fließgeschwindigkeitsmessungen mit radioaktiven Isotopen nach der Verdünnungsmethode zwei von einander unabhängige Verfahren zur K-Wertbestimmung im Gelände angewandt und vergleichend betrachtet. Die Ergebnisse wurden im Labor piezometrisch bestimmten Durchlässigkeitsbeiwerten gegenübergestellt und ergaben mit 0,36 cm/sec. (Mittelwert aus Pumpversuchen), 0,35 cm/sec. (Mittelwert aus radiohydrometrischen Untersuchungen) und 0,21 cm/sec. (Mittelwert aus Laborversuchen) eine äußerst zufriedenstellende Übereinstimmung.
Die Wasserbohrung Wallenburg war deshalb von besonderem praktischen Interesse, da aufgrund der hier erzielten hydrologischen Parameter und deren kritischen Betrachtung und Interpretation die Heraus-

nahme der Stadt Miesbach aus der Weiteren Schutzzone der Quellfassungen der Landeshauptstadt München im Thalhamer-Kessel befürwortet werden konnte.

5. Literaturverzeichnis

AIGNER, P.D.: Das Tölzer Diluvium. - Mitt. d. Geogr. Ges. München, 5, H.1, S. 1 - 159, mit geolog. Karte, München 1910

BIESKE, E.: Nold-Brunnenfilter-Buch - 222 S., Stockstadt 1965

BODEN, K.: Die Geröllführung der miozänen und oligozänen Molasseablagerungen im südbayer. Alpenvorland zwischen Lech und Inn und ihre Bedeutung für die Gebirgsbildung. - Mitt. d. Geogr. Ges. München, 18, S. 429 - 504, München 1925

BRUNNACKER, K.: Die Entstehung der Münchener Schotterebene zwischen München und Moosburg. - Geologica Bavarica, 55, S. 341 - 359, München 1965

DROST, W., MOSER, H., NEUMAIER, F., RAUERT, W.: Über Anwendungen radioaktiver Isotope in der Hydrologie. - GWF. 106 S. 85 - 92, München 1965

DROST, W., KLOTZ, D., KOCH, A., MOSER, H., NEUMAIER, F.,RAUERT, A.,: The borehole dilution method of measuring Groundwater filtration velocity. - GSF - Bericht 45 S. München 1968

DROST, W.,: Grundwassermessungen mit radioaktiven Isotopen. - Geologica Bavarica, 64, S. 167 - 196, München 1971

EIGENBRODT, A., : Wasser für München. GWF, 101. S. 1078-1093, München 1960

FISCHER, G.: Geologisches Gutachten zur Frage der Bebauung des Geländes oberhalb des Nordgrabens für die Stadt Miesbach. - Unveröffentlichtes Gutachten des Bayer. Landesamt für Wasserversorgung. S. 1 - 3, München 1947

FÜCHTBAUER, H.,: Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. - Erdöl und Kohle, 8, S. 605 - 613, Hamburg 1959

GEISSLER, A.: Das unterirdische Wasser. - VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften 187 S., Berlin 1957

GERB., L.: "Reduzierte" Wässer. Beitrag zu einer Typologie bayer. Grundwässer. - GWF, 94, S. 87 - 92 und S. 157 - 161, München 1953

GERB, L.: Grundwassertypen. - "Vom Wasser". Ein Jahrbuch für Wasserchemie und Wasserreinigungstechnik, XXV, S. 16-47, Weinheim/Bergstr. (Verlag Chemie) 1958

GÜMBEL, C.W.v.: Geologie von Bayern, 1184 S., mit geol. Karte, Cassel (Fischer) 1894

HABER, G.: Geologie des Thalhamer und Reisacher Gebietes an der Mangfall, 86 S., mit zwei geol. Karten 1 : 5000, München (Wasserwerke) 1959

HERING, O.: Petrographische Beschreibung der Bausteinschichten im Schmeroldgraben. Erl. geol. Karte von Bayern 1 : 25ooo, Blatt Nr. 8236, Tegernsee, S. 159 - 161, München 1966

HOFBAUER, J.: Das Grundwasser in Bayern. - GWF, 1o7. S. 474 - 479, München 1966

HÖLL, K.: Wasser.Unterschung, Beurteilung, Aufbereitung. - 393 S., de Gruyter, Berlin 1968

HÖLZL, O.: Bericht über den derzeitigen Stand der Untersuchungen zur Koordinierung der liegenden Flöze in der Mariensteiner - Haushamer Mulde. - Archiv Bayer. Geol. L.-A., 13 S., München 196o

HÖLZL, O.,: Die Molluskenfauna der oberbayerischen marinen oligozänen Molasse zwischen Isar und Inn und ihre stratigraphische Auswertung. - Geologica Bavarica, 5o, 275 S., 13 Abb., 12 Fossiltaf., München 1962

KALLENBACH, H.: Zur Quartärgeologie und Hydrogeologie im würmeiszeitlichen Isargletscher-Bereich nördl. von Bad Tölz. - Inaugural-Dissertation der TH München, 1o5 S., München 1964

KERN, H.: Niederschlags-,Verdunstungs- und Abflußkarten von Bayern (Jahresmittel 19o1/1951). 12 S., 4 Karten 1 : 1 ooo ooo, Veröffentlichungen aus dem Arbeitsbereich der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde in München, München 1954

KISSKALT, K.: Quantitative Bestimmungen bei Untersuchungen über die Strömung des Grundwassers mittels Färbung und Salzung. - Archiv Hygiene - Bakteriologie, 125, S. 29 - 38, München und Berlin 194o

KLOTZ, D.: Hydraulische Eigenschaften der Schlitzfilter. - bbr, 21, S. 369 - 376 und S. 411 - 416, Köln 197o

KNAUER, J.: Diluviale Talverschüttung und Epigenese im südl. Bayern. - Geologica Bavarica, 11, S. 4o-56, München 1952

KOEHNE, W.: Das Grundwasser in der Südbayer. Hochfläche. - Mitt. d. Geogr. Ges. München, 11, S. 213 - 251, München 1916

KOEHNE, W.: Grundwasserkunde. - 312 S., Verl. Nägele Stuttgart 1948

LEBLING, C.: Das Interglazial zwischen Isar und Leitzach. - Geologica Bavarica, 19, S. 335 - 339, München 1953

LEBLING, C.: Profile im Pleistozän von Tölz (Nord) mit Ausblick auf Interglaziales. - N. Jb. Geol. Paleont. Mitt., S. 273 - 281, Stuttgart 1959

LEBLING, C.: Landform, Stein und Wasser um Holzkirchen . - 23 S. mit geol. Karte, Iro-Verlag, München 1959

LEVY,F.: Das Tegernseevorland. Oberflächenformen, Aufbau und Versuch einer Entstehungsgeschichte, Landesk. Forsch., H 19, S. 1 - 44, München 1913

LOHR, A.: Die Niederschlagsverhältnisse in Bayern im Durchschnitt der Jahresreihe 19o1 - 1945. - Festschrift zum fünfzigjährigen Bestehen der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde 1898 - 1948, S. 16 - 33, München 195o

LOHR, A.: Beitrag zur Interpretation des Pumpversuches als instationnärer Vorgang. - GWF, 1o8, S. 727 - 733, München 1969

MÜLLER, H.: Dritte markscheiderische Probearbeit. - Archiv Bayer. Geol. L.-A., 25 S., Hausham 1953

PAULUS, B.: Zur Stratigraphie und Fazies der oligozänen und miozänen Molasse im südlichen Oberbayern. - Bull. Schweis. Petrl. Geol. u. Ing., 3o, Nr. 78, S. 53 - 97, Abb. Reihen/Basel 1963

PENK, A.: Die Glazialbildungen zwischen Tölz und Holzkirchen. - Zeitschr. Gletscher - VII, S. 74 - 118, Berlin 1913

REICH, H.: Feststellungen über diluviale Bewegungen am Nordrand der Bayerischen Alpen aufgrund seismischer Untersuchungen. - Geol. Rundschau, 43, S. 158 - 168, Stuttgart 1955

REUTER, L.: Geol. Ausführungen über die Grund-und Quellwasservorräte Südbayerns und ihre Verwertung zur Wasserversorgung . - GWF, 1924, S. 18/19, München 1925

REUTER, L.: Zweites geologisches Gutachten über die Bohrversuche zur Wassererschließung bei Miesbach. Bayer. Landesamt für Wasserversorgung und Gewässerschutz, München 1946, 4 S.

RICHTER, M., CUSTODIS, A., NIEDERMAYER, J., SCHMIDT-THOMÉ, P.: Geologie der Alpenrandzone zwischen Isar und Leitzach in Oberbayern. - Z. deutsch geol. Ges. 91, S. 1o - 9o, Berlin 1939

SALBACH, B.: Bericht über die Vorarbeiten zu einer Wasserversorgung der Stadt München, - Anhang III des I. Berichtes über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrat niedergesetzten Commission für Wasserversorgung, Canalisation und Abfuhr in den Jahren 1874 und 1875, S. 3 - 1o, München (Mühlthaler) 1875

SALBACH, B.:Nachtrag zur Wasserversorgung von München. - Bericht I des III. Berichtes über die Verhandlungen usw. im Jahre 1877, S. 3 - 32, München (Mühlthaler) 1878

SCHIRM, E.: Die hydrogeologischen Verhältnisse der Münchener Schotterebene östl. der Isar. - Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde, VIII + 139 S., 13 T., 5 Kt., München 1968

SCHMIDT-THOMÉ,P,: Zur Frage quartärer Krustenbewegungen im Alpen- und Voralpengebiet des Isartalbereiches. - Geol. Rundschau, 43, S. 144 - 158, Stuttgart 1955

SCHNEIDER, H.: Die Grundwerte der hydrologischen Berechnungsverfahren um die Gültigkeit des Darcyschen Gesetzes und des Widerstandsgesetzes von Smreker. - GWF, 9o, S. 493 - 497, München 1949

STEPHAN, W.: In Erläuterungen zur geol. Karte von Bayern 1 : 25ooo, Blatt Nr. 8236 Tegernsee, 3o4 S., München (Bayer.Geologisches Landesamt) 1966

TERZAGHI, K., PECK, R.B.: Die Bodenmechanik in der Baupraxis. - 585 S., Berlin, Göttingen, Heidelberg, (Springer) 1961

THIEM, A.: Die Wasserversorgung der Stadt München (Vorprojekt). - 85 S., 15 Pläne, München (Mühlthaler) 1876

THIEM: G.: Berechnete und beobachtete Grundwassermengen. - GWF, 83, S. 5o9 - 513, München 194o

TRAUB, F.: Unveröffentl. geol. Gutachten für das Schutzgebiet der Grundwasserfassungen Thalham-Süd und Thalham-Nord der Landeshauptstadt München. - Beilagen: 1 Lageplan 1 : 5ooo, 1 Lageplan 1 : 1oo ooo, 23 S., München 1955

TRAUB, F.: Gemeinsames hydrogeologisch-hygienisches unveröffentl. Gutachten des Bayer. Landesamtes für Wasserversorgung und Gewässerschutz und der Staatl. Bakt. Unterschungsanstalt München für die Einrichtung von Schutzzonen der Mühlthaler Hangquellfassung. - Beilagen: 1 Lageplan 1 : 25ooo, 1 Lageplan 1 : 5ooo, 18 S., München 1957

TRAUB, F.: Gemeinsames hydrogeologisches und hygienisches unveröffentl. Gutachten des Bayer. Landesamtes für Wasserversorgung und Gewässerschutz, München und der Staatl. Bakt. Untersuchungsanstalt München für das Schutzgebiet der Reisacher - Grundwasserfassung der Landeshauptstadt München, 19 S., München 1959

TROLL, K.: Der diluviale Inn-Chiemsee-Gletscher. - Forsch. deutsche Landes- und Volkskunde, 23, S. 1 - 121, Stuttgart 1924

VIDAL, H., HOHENSTATTER, E.,: Bodenphysikalische und hydropedologische Untersuchungen an bayerischen Moorprofilen. - Mitt. f. Landkultur, Moor- und Torfwirtschaft, 7, S. 32 - 59, München 1959

WEITHOFER, K.: Das Pechkohlengebiet des bayer. Voralpenlandes und die Oberbayerische Aktienges. für Kohlenbergbau. - 344 S., München 192o

WIEDERHOLD, W.: Theorie und Praxis des hydrologischen Pumpversuches. - GWF, 1o6, S. 933 - 938 und S. 117o - 1176, München 1965

WITTMANN, H.: Die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Mangfallgebiet und ihre Beziehung zur Wasserversorgung der Stadt München. Gutachten, Karlsruhe 1953

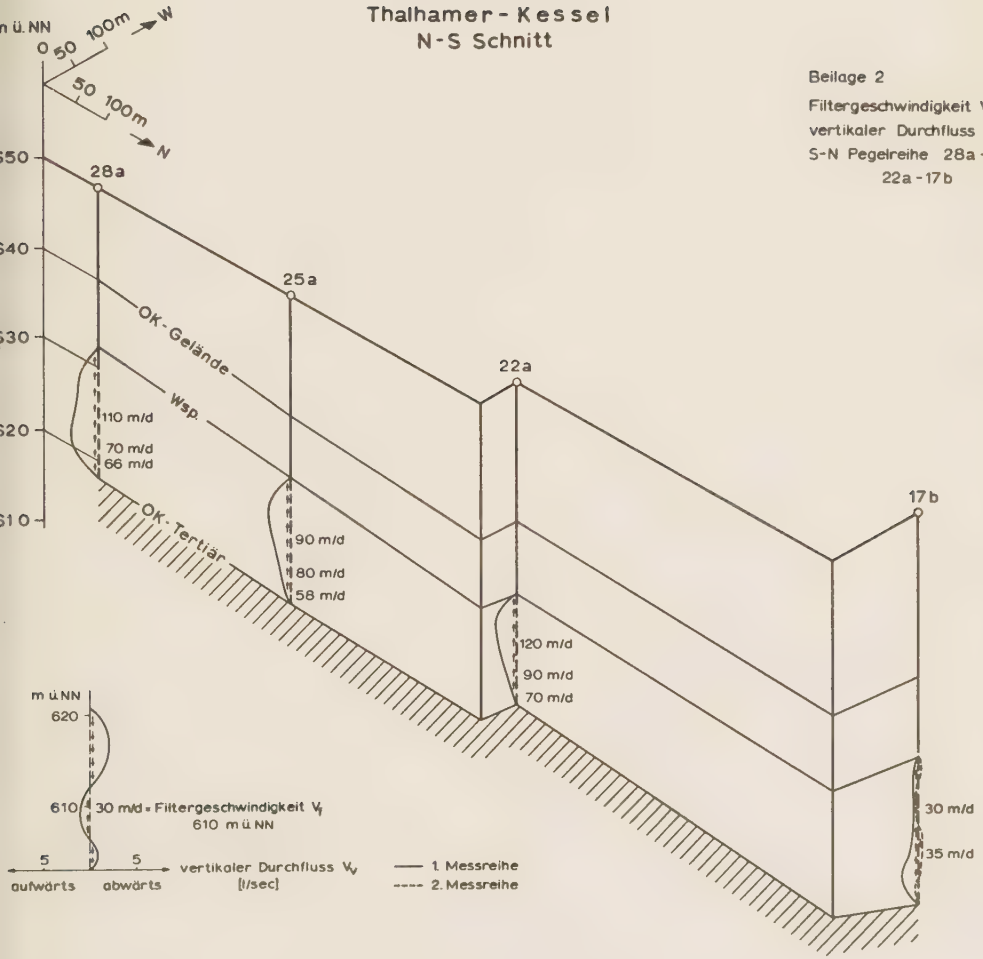
WUNDT, W.: Gewässerkunde, - 32o S., Springer Verlag, Berlin 1953

WUNDT, W.: Eine Schätzung des frei abflußfähigen Grundwasservorrats - GWF, 1o8, S. 953 - 961, München 1967

Thalhamer - Kessel
N-S Schnitt

Beilage 2

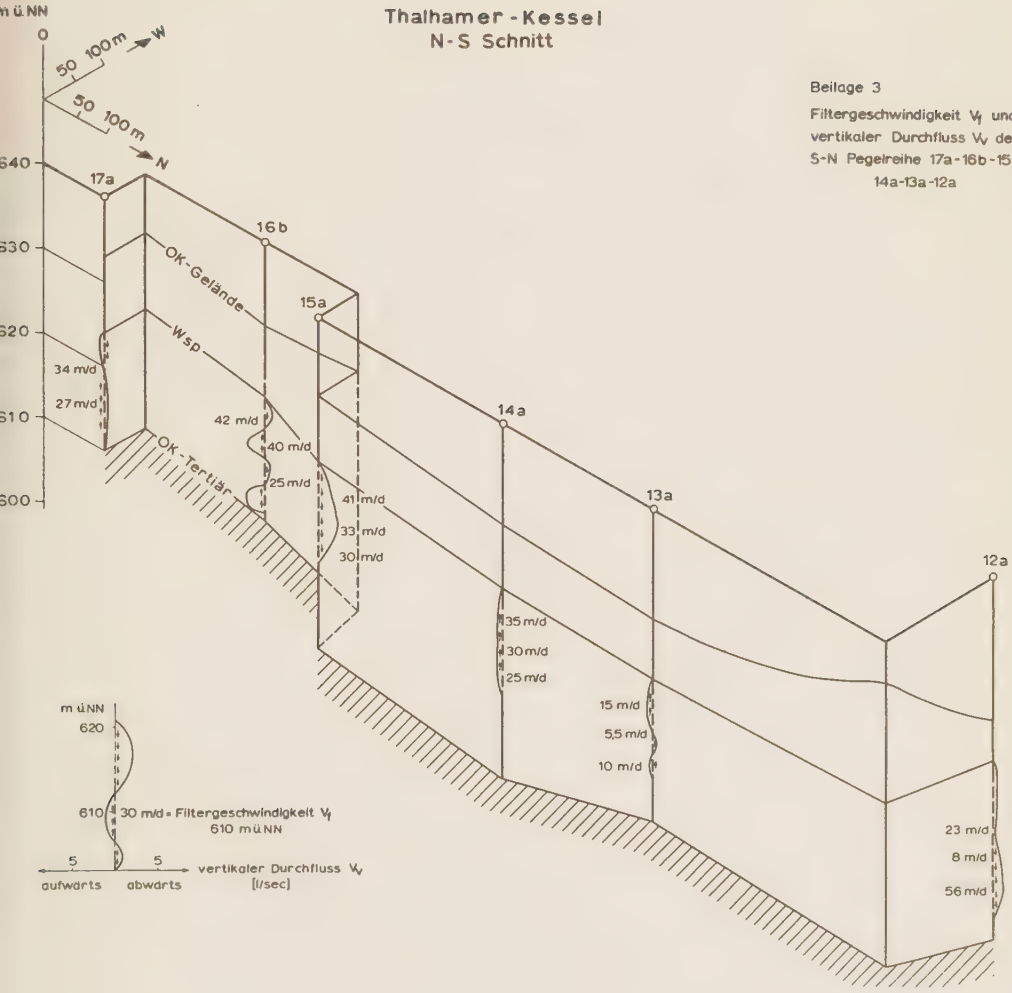
Filtergeschwindigkeit V_f und vertikaler Durchfluss V_v der S-N Pegelreihe 28a - 25a 22a - 17b



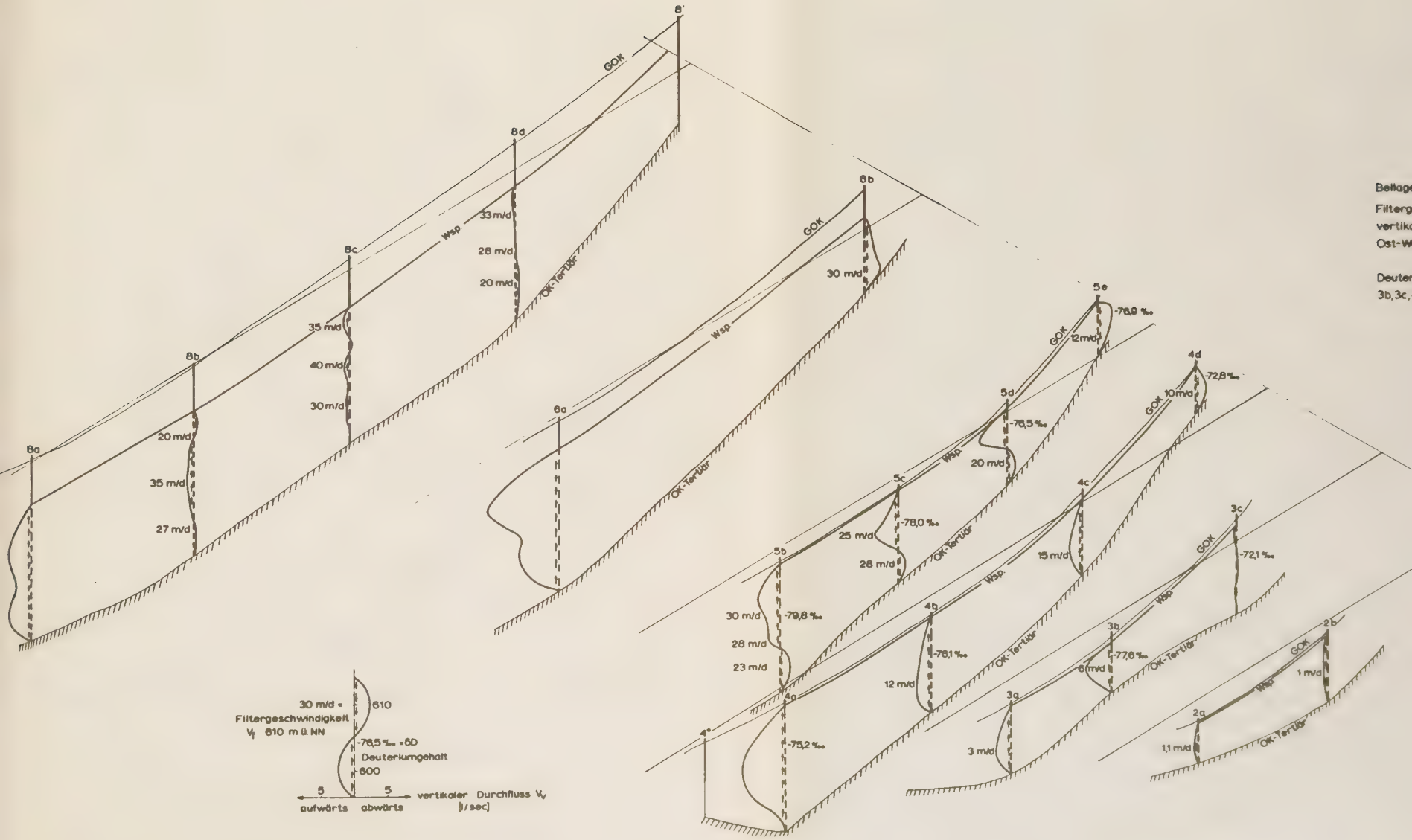
Thalhamer-Kessel
N-S Schnitt

Beilage 3

Filtergeschwindigkeit V_f und vertikaler Durchfluss V_v der S-N Pegelreihe 17a-16b-15a 14a-13a-12a



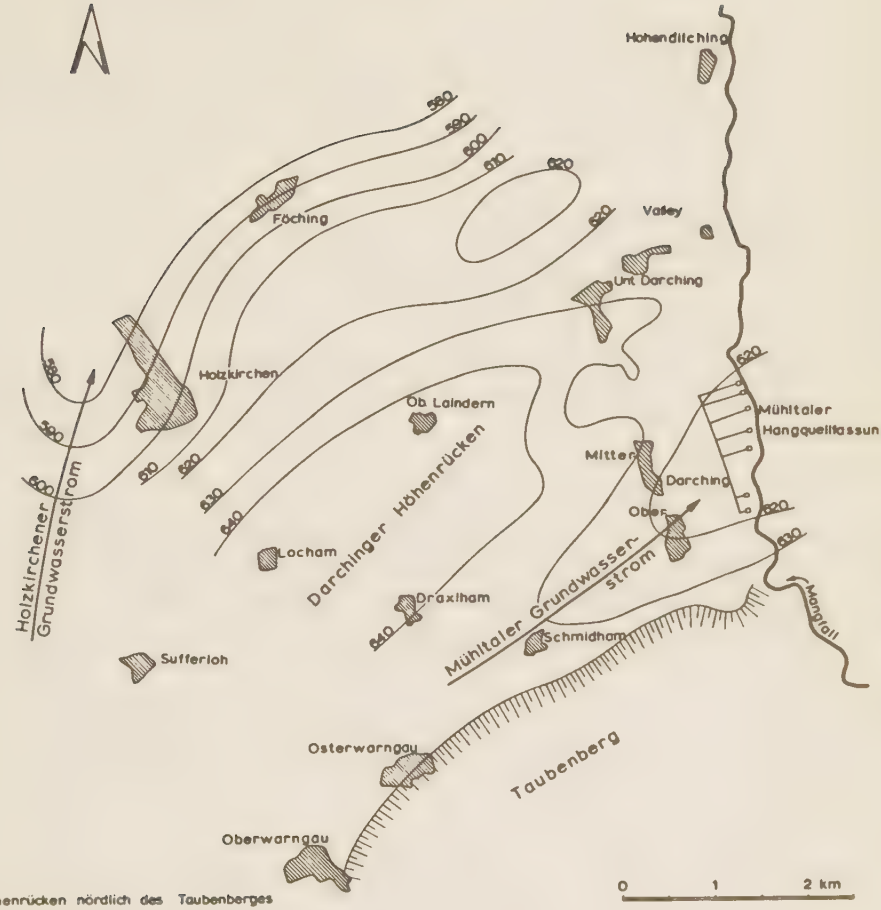
Thathamer Kessel
Ost-West Schnitte



Beilage

Filterg
vertik
Ost-W

Deuter
3b, 3c,



Beilage 5

Darchinger Höhenrücken nördlich des Taubenberges

mit abgedeckter 620 m ü NN Tertiäroberkante (Nach Traub 1957)

Lebenslauf

Am 26.1o.1938 wurde ich als Sohn des Facharztes für Chirurgie Dr. med. Erich Drost und seiner 1959 verstorbenen Ehefrau Ilse, geb. Ross, in Mettmann/Rhld. geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Mettmann, des neusprachlichen Gymnasiums in Mettmann und des Gymnasiums Düsseldorf-Gerresheim legte ich im Frühjahr 1959 am Gerresheimer Gymnasium die Reifeprüfung ab.

Vom Sommersemester 1959 bis zum Wintersemester 1967 studierte ich Geologie an der Universität München und beendete das Studium mit der Diplom-Geologen-Hauptprüfung im Dezember 1967.

Seit Februar 1968 arbeitete ich am Institut für Radiohydrometrie der Gesellschaft für Strahlen-und Umweltforschung mbH, München an meiner Dissertation.

Meine akademischen Lehrer waren:
An der Ludwig-Maximilian-Universität München:
G. Angenheister, H.J. Autrum, L. Brauner, R. Dehm, A. Faessler, H. Fehn, G. Fischer, O. Förtsch, R. Huisgen. E. Kraus, H. Louis, K. Mägedefrau, A. Maucher, G. Menzer, F. Neumaier, H.J. Schneider, E. Wiberg.

An der Technischen Hochschule:
P. Schmidt-Thomé.